

ВПВ

№11 (54) 2008

ВСЕЛЕННАЯ

ПРОСТРАНСТВО ★ ВРЕМЯ

Научно-популярный журнал

Рождение звезд –
великая загадка
мироздания

Авария
на коллайдере

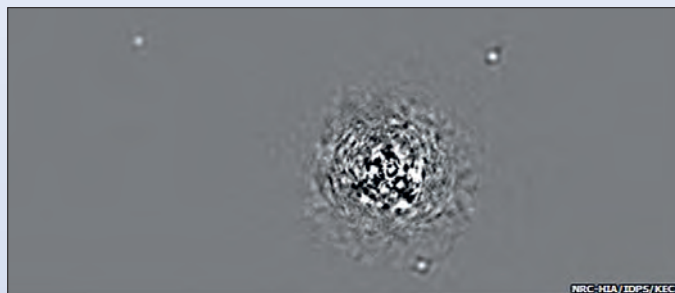
Полет "Бурана"
первый... и единственный



Сфотографирована первая система экзопланет

Человечество вступило в эпоху прямой регистрации планетоподобных объектов вблизи звезд, похожих на Солнце. До сих пор их обнаруживали только косвенными методами. И вот в течение короткого времени исследователи отчитались сразу о трех успешных попытках. Две из них подробно описаны в текущем номере ВПВ. А 13 ноября на страницах журнала Science Express появилось сообщение о том, что с помощью 8-метрового рефлектора Gemini North и системы 9-метровых телескопов Keck, расположенных на Гавайских островах, группе ученых из Герцбергского института астрофизики (Herzberg Institute of Astrophysics, Canada) удалось получить снимки целой планетной системы — трех планет, вращающихся вокруг звезды HR 8799.

Звезда находится на расстоянии 129 световых лет, в местностях с темным небом и прозрачной атмосферой ее можно увидеть невооруженным глазом в созвездии Пегаса. По абсолютной светимости она превосходит Солнце почти в 5 раз, а ее возраст оценивается в 60 млн. лет, что для звезды таких размеров и массы совсем немного. В настоящее время спутники



HR 8799 находятся от нее на расстояниях 24, 37 и 67 а.е. (астрономическая единица равна среднему радиусу земной орбиты). Две "внутренних" планеты имеют массы порядка 10 масс Юпитера, "внешняя" — примерно в полтора раза легче; за пределами ее орбиты расположен диск из пылевых частиц, похожий на пояс Койпера, присутствующий в Солнечной системе за орбитой Нептуна. Вполне возможно, что тремя объектами новооткрытое планетное "семейство" не ограничивается. Сейчас ученые заняты проверкой этого предположения.

АСТРОНОМИЯ в старших классах общеобразовательных школ (Лазерный диск)

Диск предназначен для преподавателей астрономии.

Основой данного диска является 34-часовой курс астрономии для 11 класса общеобразовательных школ, который может быть использован для создания методик различных астрономических образовательных программ.



Содержание

- § **Рабочая программа** (34-часовой курс, факультативные курсы)
- § **Планы уроков** (34-часовой курс)
- § **Лекции** (по каждому уроку 34-часового курса)
 - § **Дополнительный материал** (для факультативного изучения)
- § **Конспекты** (материал для самостоятельного конспектирования.)
 - § **Наглядные пособия** (фотографии космических и наземных телескопов; схемы, иллюстрирующие различные разделы астрономии, также здесь имеется набор плакатов, предназначенных для распечатки)
- § **Демонстрационные программы** (Виртуальный планетарий - программа Starcalc 5.5, Глобус Луны, Эволюция звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела, Гравитационное линзирование)
- § **Формы контроля** (обширная подборка самостоятельных, контрольных работ, зачетов, тестов, практических работ, предназначенных для выполнения в школе и выполнения индивидуальных заданий в рамках Малой академии наук)
- § **Домашние задания** (задачи с решениями для проверки знаний учащихся, темы рефератов и др.)
- § **Дополнительные сведения** (справочные данные, информация об авторах и др.)
- § **Биографии известных астрономов**

Пособие может быть выслано наложенным платежом.

По вопросам приобретения обращаться:

Тел. (048) 7220396 (Астрономическая обсерватория ОНУ)

Адрес: а/я № 4, Одесса, 65074 (Кудашкиной Л.С.)

e-mail: vmarsakova@mail.ru (Марсаковой В.И.)

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, доцент Национального технического университета Украины (КПИ)

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, доцент кафедры астрономии Одесского национального Университета им. И.И.Мечникова

Свечарев Д.А. — руководитель секретариата Фонда "УкрАстро", руководитель украинской секции международного общества "The Sidewalk Astronomers"

Федотов Д.В. — исполнительный директор фонда УкрАстро, сопредседатель УкрАстроФорум

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

Дизайн, компьютерная верстка:
Богуславец В.П.

Художник: Попов В.С.

Отдел распространения: Крюков В.В.

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

123056 Москва, ул. Бол. Грузинская,
д. 36а, стр. 5а
тел./факс (+7495) 254-30-61
e-mail: andrey@astrofest.ru
сайт: www.vseleonnaya.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 —
№11 ноябрь 2008
Зарегистрировано Государственным
комитетом телевидения
и радиовещания Украины.
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.
Тираж 8000 экз.

Ответственность за достоверность фактов
в публикуемых материалах несут
авторы статей

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

Формат — 60x90/8

Отпечатано в типографии

ООО "СЭЭМ".

г. Киев, ул. Бориспольская, 15.

тел./факс (8044) 425-12-54, 592-35-06



ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — 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

№11 (54) 2008

Вселенная

Рождение звезд — великая загадка мироздания 4
Дмитрий Вибе

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Эпсилон Эридана: новые сюрпризы 14

Землеподобные планеты: яркая молодость 15

Прямые снимки экзопланет 16

Телескоп Hubble снова в строю... и попал "в десятку" 18

COROT наблюдает "звездотрясения" 18

В поисках реликтовой антиматерии 19

Солнечная система

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Запущен "Исследователь межзвездных границ" 20

Необычное полярное сияние на Сатурне 20

Индийский лунник приступил к исследованиям 21

"Чанъэ-2" будет запущен к концу 2011 г. 22

Лунный лед: надежды тают... 23

"Тихий" пролет Тоутатиса 23

Лунный кратер Тихо 24
В объективе зонда "Кэгуйя"

Замерзший "Феникс" 26

"Метановые гейзеры" на Марсе? 27

Драгоценное открытие MRO 27

История космонавтики

Полет "Бурана" первый... и единственный 28
Александр Железняков

- Рождение "Бурана"
- Конструкция корабля
- Испытательный полет
- Несбывшиеся надежды

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Украина: международное сотрудничество 35

Завершен полет "Союза ТМА-12" 35

Космонавтика

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Endeavour, миссия STS-126 36

"Общество планеты Земля" предлагает новой администрации США план освоения космоса 37

New Horizons: тысяча дней полета 37

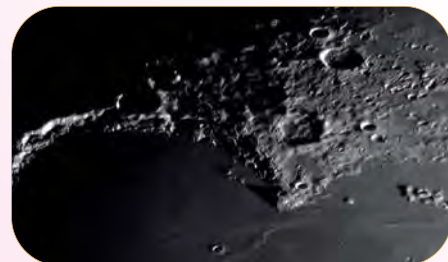
Ares полетит на год раньше срока 37

Авария на коллайдере 38

Любительская астрономия

Небесные события января 39

Галерея любительской астрофотографии 42



Рождение звезд — великая загадка мироздания

Дмитрий Вибе

доктор физико-математических наук —
Институт астрономии РАН, Москва

Звезды без малейшего преувеличения можно назвать фундаментальной всеенской структурной единицей. Практически все, что мы видим вокруг нас — это либо сами звезды, либо то, что ими освещено и синтезировано в их недрах... Именно они в незапамятные времена заставили человека проявить интерес к строению Космоса: наблюдение за звездами легло в основу календаря, их подсчеты позволили очертить контуры Галактики, звездные спектры убедили людей в единстве химического состава Вселенной. За 150 лет существования астрофизики накоплено огромное количество наблюдательного материала. Теория звездной эволюции по праву считается одной из наиболее разработанных астрономических теорий.

Обилие наблюдательной информации о звездах обусловлено тем, что они излучают главным образом в удобном для исследований «видимом» диапазоне. Это, кстати, не случайное совпадение: если бы земная атмосфера была непрозрачна в той области спектра, на который приходится максимум излучения Солнца (типичной звезды), вряд ли на Земле появились бы живые существа. А то, что их органы зрения наиболее чувствительны именно к этому диапазону электромагнитных волн — закономерное следствие приспособления к условиям окружающей среды.

К сожалению, накопленный на сегодняшний день гигантский объем информации все же не позволяет до конца прояснить тайну «звездного рождения» — как облик младенца не дает возможности восстановить всю историю знакомства его родителей. Выйдя на главную последовательность, звезда «забывает» обо всей

предшествующей эволюции. Непосредственные же наблюдения самых ранних этапов звездообразования существенно сложнее и при этом намного менее информативны, чем наблюдения самих звезд.

Своим свечением звезды обязаны очень мощному механизму энерговыделения — термоядерным реакциям. Однако в тот момент, когда реакции эти только начинаются, звезда все еще окружена непрозрачной оболочкой из остатков протозвездного вещества, поэтому наземным и космическим телескопам доступно лишь инфракрасное излучение пыли, нагретой первыми «звездными лучами». А пока в недрах звезды не «заработал» термоядерный синтез, ее излучение обеспечивается почти исключительно энергией гравитационного сжатия (а также трения между собой потоков частиц протозвездной туманности) и приходится на еще более длинноволновый, так называемый субмиллиметровый диапазон.

Наблюдения в инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах сопряжены со значительными техническими трудностями. Во-первых, чем длиннее волна регистрируемого излучения, тем сильнее на этой волне тепловое фоновое излучение самого телескопа, а значит, приходится прилагать большие усилия для его охлаждения. Во-вторых, разрешающая способность данного конкретного объектива — минимальное угловое расстояние между двумя раздельно видимыми точками изображения — пропорциональна длине волны, поэтому для субмиллиметровых волн приходится строить многометровые антенны, причем требования к качеству поверхности остаются очень высокими (гораздо выше, чем у «обычных» радиотелескопов). Наконец, в-третьих, прозрачность земной атмосферы в диапазоне, необходимом для наблюдения ранних стадий звездообразования, оставляет желать лучшего, то есть сложное и громоздкое оборудование приходится устанавливать в труднодоступных горных районах, а то и вовсе выводить в космос.

Поскольку достаточно чувствительные телескопы инфракрасного и субмиллиметрового диапазона с хорошим пространственным и спектральным разрешением появились лишь в последние годы, можно сказать, что углубленное изучение процессов звездообразования только начинается, и наши познания о «дотермоядерном» этапе звездной эволюции до сих пор находятся в зачаточном состоянии. Конечно, мы довольно хорошо представляем себе общую цепочку событий, ведущих к рождению звезды, но в этой

цепочке по сей день отсутствуют некоторые очень важные звенья. Приходится признать, что вопрос «Как образуются звезды?» пока не получил исчерпывающего ответа.

Впрочем, разговор о звездообразовании уместно начать с ответа на более простой вопрос: почему мы вообще считаем, что звезды образуются — не существуют вечно и не образовались некогда раз и навсегда, а продолжают возникать в настоящую эпоху? Здесь одним из признанных доказательств считается открытие так называемых Т-ассоциаций — групп переменных звезд типа Т Тельца. Как показал в 1950-е годы известный советский астрофизик В.А.Амбарцумян, члены этих групп движутся слишком быстро, чтобы взаимное притяжение могло удерживать их от разлета. Через несколько миллионов лет Т-ассоциации неминуемо должны разрушиться, а значит, и образоваться они должны были относительно недавно. Кроме того, теория звездной эволюции предсказывает, что время жизни звезды зависит от ее массы, причем самые массивные звезды (в десятки раз тяжелее Солнца) живут не более нескольких миллионов лет. Между тем такие звезды известны — благодаря их огромной светимости они легко наблюдаются даже в далеких галактиках. Это опять же указывает на то, что звездообразование происходит безостановочно.

Выяснив, что звезды Млечного Пути рождаются в настоящую эпоху, мы тем самым однозначно определяем источник «исходного сырья» для их «строительства». Галактика, по сути, состоит из звезд и межзвездного газа, поэтому звезды

должны образовываться из газа — больше просто не из чего. Точнее, звезды должны рождаться там, где межзвездный газ наиболее плотен — в галактических молекулярных облаках (МО). На справедливость этого предположения указывают конкретные наблюдательные данные: молодые звезды и их скопления практически всегда связаны с обширными облаками межзвездного водорода.

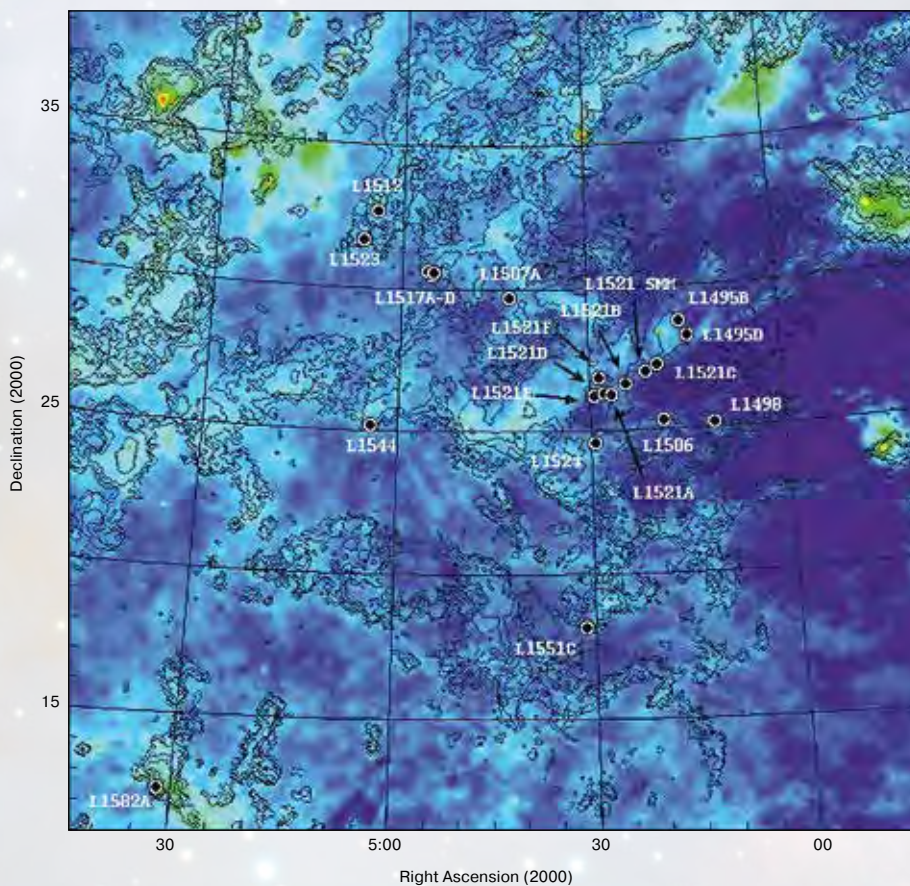
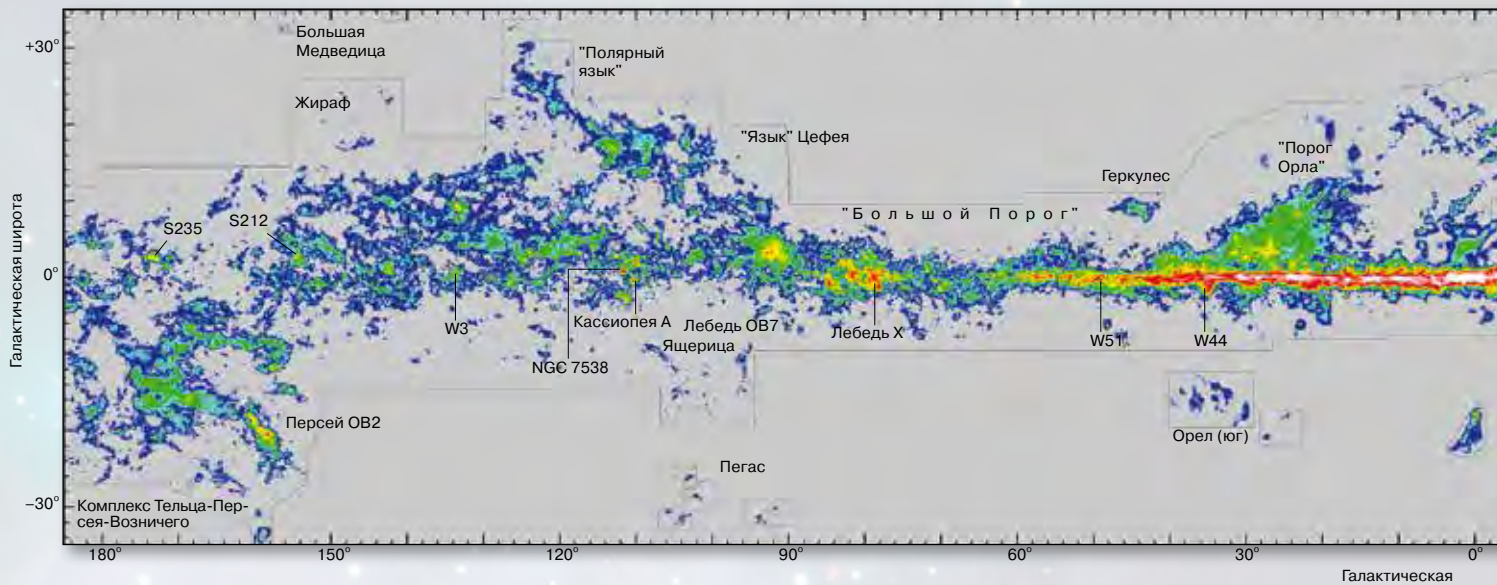
Поэтому вопрос о начальной стадии звездообразования — это на самом деле вопрос о возникновении молекулярных облаков. В настоящее время примерно половина объема Галактики заполнена горячим разреженным газом, плотность которого составляет около тысячи частиц на кубометр, а его температура достигает миллиона кельвинов. Еще половину занимает так называемая «теплая ионизованная и нейтральная среда» — частично ионизованный газ с температурой несколько тысяч кельвинов и плотностью около одной частицы на кубический сантиметр (или же миллион на кубометр). И все это горячее и разреженное вещество начинает время от времени сжиматься, превращаясь в облака, плотность которых превышает 10^8 частиц на кубический метр при температуре ниже 100°C (373 K). Высокая плотность и низкая температура создают благоприятные условия для перехода газа из атомарной в молекулярную форму, и в первую очередь — для образования молекулярного водорода. Поэтому такие межзвездные облака и называют молекулярными.¹ В них

¹ ВПВ №3, 2008, стр. 11

Казалось бы, налицо противоречие: как разреженный газ может быть горячим, а плотный — холодным, если мы все хорошо знаем, что газ при сжатии нагревается? К тому же в качестве причины «загорания» термоядерных реакций назван нагрев сжимающихся протозвездных облаков! Объяснение состоит в том, что газ при сжатии нагревается лишь в адиабатических условиях, то есть когда он лишен возможности остывать. Для межзвездного газа это условие не выполняется: в нем действует сразу несколько механизмов охлаждения. Их сущность состоит в том, что в процессе хаотического теплового движения частицы (атомы и молекулы) сталкиваются друг с другом. Иногда в результате столкновения они переходят из основного в возбужденное состояние, позаимствовав для этого часть тепловой энергии. При обратном пере-

ходе в основное состояние излучается фотон. Если среда достаточно прозрачна, он беспрепятственно уходит из системы (например, из сжимающегося облака), унося с собой часть энергии — среда остывает. Поскольку частота столкновений увеличивается с плотностью, то по мере сжатия газ остывает все эффективнее.

При начальных стадиях протозвездного сжатия эта ситуация на протяжении некоторого времени сохраняется: газ сжимается, но не нагревается, потому что избыток энергии уносится фотонами. Но через некоторое время плотность газа возрастает настолько, что он становится непрозрачным для собственного излучения, и эффективность его охлаждения резко падает. Вот тут-то и начинается нагрев, ведущий, в конечном итоге, к образованию звезды...

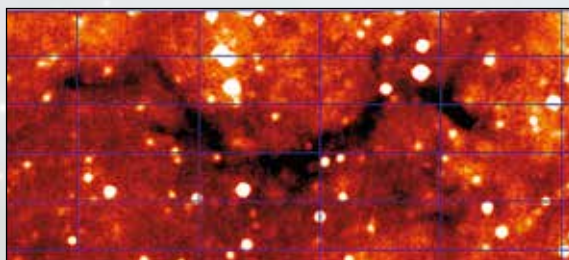


← Карта одной из ближайших к нам областей звездообразования в созвездии Тельца. Цветом показано излучение пыли, контурами — излучение молекул CO. На карту нанесены также плотные дозвездные ядра из каталога темных туманностей, составленного Беверли Линдс.

наруживаются компактные инфракрасные источники — пылевые оболочки вокруг протозвезд, нагретые их излучением.

Причины образования МО из разреженного атомарного вещества пока неясны. Понятно, что вызвать его должен некий крупномасштабный процесс: чтобы получить молекулярное облако с массой в миллион масс Солнца (встречаются облака и более «тяжелые»), нужно собрать разреженное вещество из объема поперечником в тысячи световых лет. Увеличение концентрации газа в спиральных рукавах галактик заставляет предположить, что образование облаков отчасти стимулируется прохождением галактических волн плотности. С другой стороны, МО встречаются не только в рукавах, но и в «междурукавном» пространстве, и на больших расстояниях от главной галактической плоскости. Поэтому они вполне могут образовываться и под влиянием других процессов — например, столкновений крупномасштабных хаотических газовых течений.

В 70-80-е годы прошлого века МО считались довольно долгоживущими образованиями, время существования которых измеряется десятками миллионов лет. Оценки их масс, температур и размеров показывают, что одно только тепловое давление не способно противодействовать их



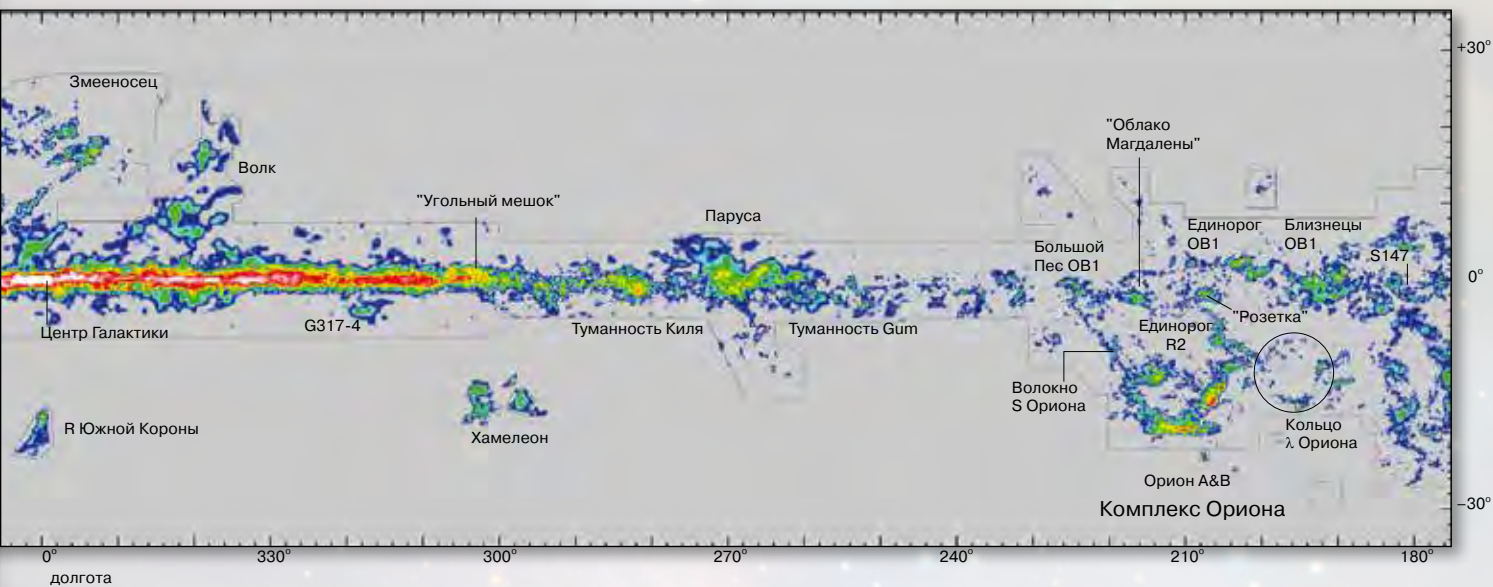
Темное облако G11.11-0.11 выделяется в виде силуэта на фоне инфракрасного фонового излучения плоскости Галактики на длине волны 8 микрон.

ема Галактики — не более 1–2%.

В наиболее плотных частях облаков — ядрах — плотность превышает 10^{11} частиц/м³, а температура опускается до нескольких кельвинов. Именно эти ядра и считаются «звездными колыбелями» — зародышами одиночных звезд или звездных групп (скоплений и ассоциаций). Это подтверждается тем, что во многих подобных ядрах об-

сосредоточена примерно половина всего межзвездного вещества, при этом занимаемая ими доля объ-

звездных групп (скоплений и ассоциаций). Это подтверждается тем, что во многих подобных ядрах об-



▲ Распределение яркости излучения молекул оксида углерода (CO) вдоль плоскости Галактики. Считается, что по наблюдениям CO можно установить расположение молекулярных облаков.

▼ При фотографировании в инфракрасном диапазоне видно, что, помимо известной Тrapeции, в глубине Туманности Ориона скрываются тысячи других молодых звезд.



«самогравитации»: эти облака просто обязаны катастрофически сжиматься под действием собственного веса. Поскольку конечный результат такого сжатия — появление звезд, то темп перехода газа в звезды в Галактике должен составлять порядка сотен масс Солнца в год. На самом же деле он на порядок меньше — это значит, что в облаках, помимо теплового давления, имеется еще какая-то сила, удерживающая их от сжатия. Этой силой на протяжении многих лет считалось магнитное поле. Степень ионизации вещества МО не превышает 10^{-4} , но и ее вполне достаточно, чтобы магнитное поле было почти «вморожено» в него. В таких условиях упругость магнитных силовых линий также препятствует гравитационному сжатию.

Правда, при этом возникает вопрос: почему звезды все-таки образуются? Ответ на него был найден еще в 1950-е годы и кроется в слове «почти». Представьте себе газово-пылевой сгусток в молекулярном облаке: собственная гравитация стремится сжать его, но этому препятствует магнитное поле. Точнее, оно удерживает от сжа-

тия только заряженные частицы (неионизированное вещество к магнитному полю невосприимчиво), но они через столкновения передают воздействие поля и нейтральным частицам. Передача происходит с эффективностью почти 100%, но даже малой толики неидеальности хватает, чтобы сгусток начал чуть-чуть сжиматься. При сжатии увеличивается плотность, а вместе с ней растет скорость рекомбинации ионов с электронами — степень ионизации падает. Взаимодействие магнитного поля с веществом становится менее эффективным, сжатие снова ускоряется, плотность растет еще быстрее. Быстрее становится и рекомбинация, слабеет связь вещества с магнитным полем, которое все меньше противодействует коллапсу... Наконец, наступает момент, когда взаимодействие между газом и магнитным полем почти прекращается. После этого газовый сгусток сжимается уже неудержимо — образуется зародыш звезды.

Согласно этим представлениям, в целом процесс звездообразования протекает очень медленно и потому оказывается малоэффективным:

прежде, чем существенная доля массы облака перейдет в звезды, его начнет рассеивать в окружающее пространство энергетическое воздействие тех немногих светил, которые уже успели образоваться (их излучение, звездный ветер, а впоследствии — вспышки сверхновых²).

Сценарий рождения звезд в долгоживущих молекулярных облаках в результате медленной потери магнитной поддержки был весьма популярен и в 90-е годы прошлого века заслужил название «стандартной модели звездообразования». Но к началу века нынешнего выяснилось, что предсказания этой модели расходятся с данными наблюдений. Поскольку звездообразование в ней начинается спустя довольно значительное время (порядка 10 млн. лет) после образования самого облака, должно было наблюдаться большое количество МО, в которых формирование звезд еще не началось. На самом же деле среди многих сотен относительно плотных галактических облаков известно лишь одно-два, в которых

² ВПВ №5, 2008, стр. 4



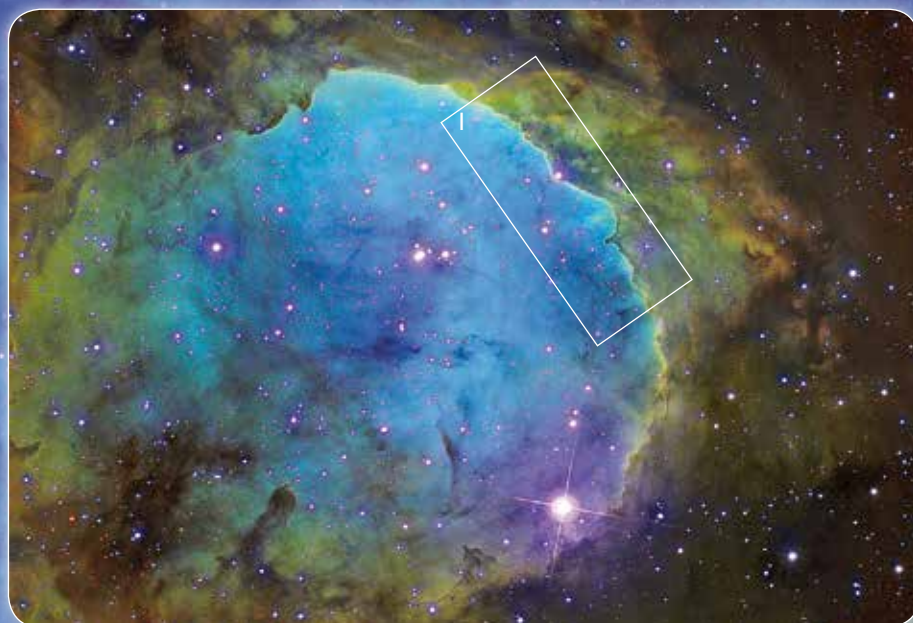
звездообразования не происходит. В результате наблюдений складывается впечатление, что звезды начинают формироваться в молекулярном облаке практически сразу же, как только оно более или менее обособляется от окружающего горячего атомарного газа. С другой стороны, в известных областях звездообразования, все еще заполненных молекулярным газом, присутствуют лишь очень молодые звезды (их возраст, как правило, не превышает 5 млн. лет). С учетом этих данных на смену представлению о долгоживущих МО пришла гипотеза облаков-транзиентов — объектов, которые, по сути, и объектами-то не являются, а представляют собой кратковременное — по меркам возраста Вселенной — состояние межзвездного газа. Такое «условное облако» быстро формируется, быстро (частично) превращается в звезды и быстро рассеивается, так что весь цикл занимает всего 2-3 млн. лет. Движущей силой звездообразования оказывается не медленная потеря магнитной поддержки, а столкновения турбулентных потоков, в результате которых формируются гра-

витационно неустойчивые плотные ядра, затем сжимающиеся в звезды. В настоящее время более популярна именно эта модель, получившая название «гравитурбулентной».

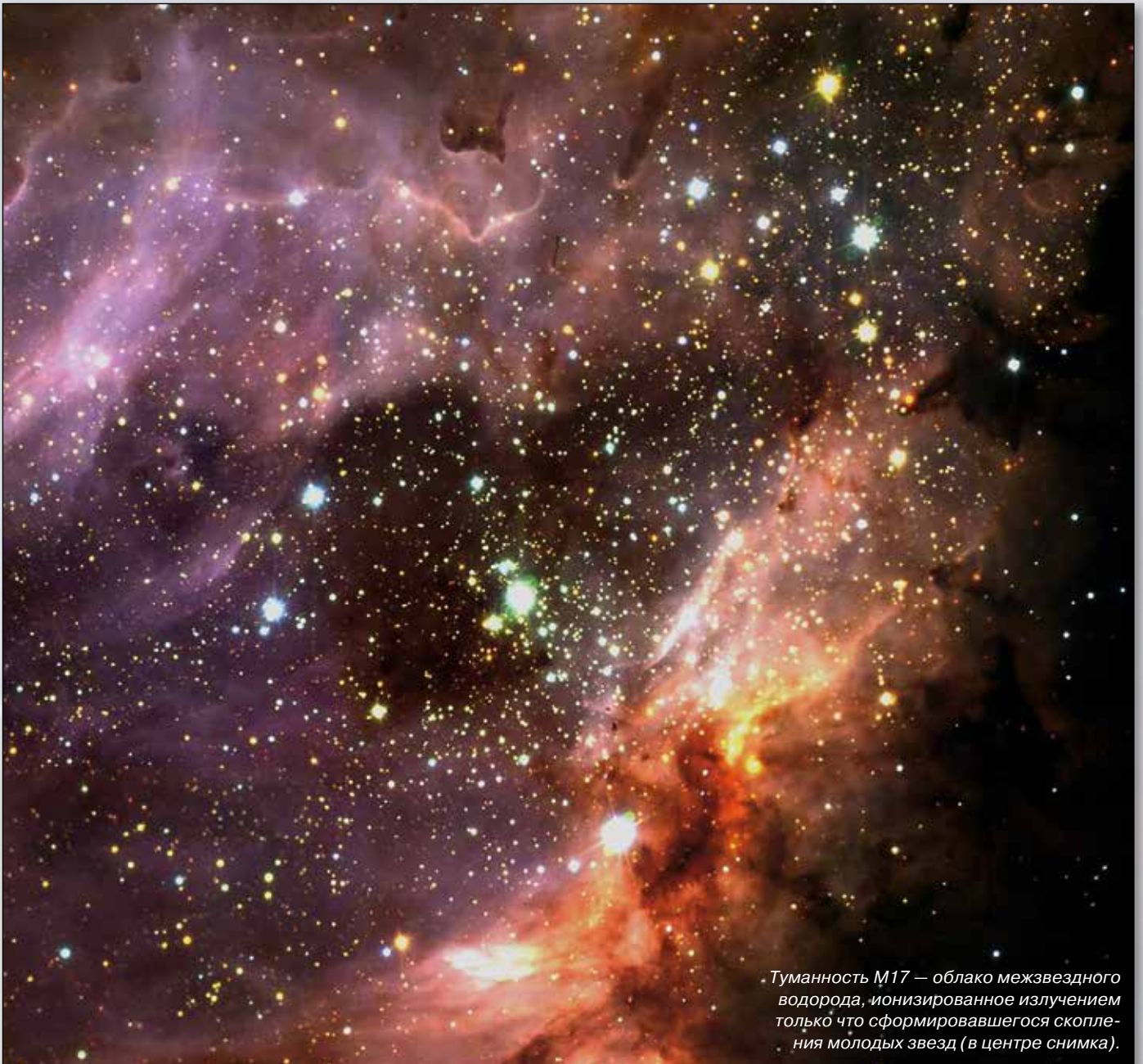
Представление о турбулентности как о движущей силе звездообразования весьма привлекательно: если вспомнить, что хаотические движения газа могут быть причиной возникновения МО, получается фактически единый механизм формирования структур в большом диапазоне пространственных масштабов — от гигантских газовых облаков поперечником в сотни световых лет до протозвездных ядер размером в десятые доли светового года.

Однако сторонники стандартной «магнитной» гипотезы не спешат складывать оружие: у гравитурбулентной модели согласие с наблюдениями также далеко от идеального. В «бурлящем» молекулярном облаке дозвездные ядра также должны получаться турбулентными, с активными внутренними движениями. Между тем, многочисленные наблюдения указывают, что эти плотные ядра весьма спокойны и никакими заметными внутренними хаотическими движениями не обладают. Кроме того, в новой модели эффективность звездообразования оказывается слишком высокой — за время своей жизни облака должны успеть превратиться в звезды почти на треть, тогда

Туманность NGC 3324 (называемая также «Габриэла Мистраль» из-за сходства с профилем этой чилийской поэтессы) — часть обширного газово-пылевого комплекса, расположенного неподалеку от горячей массивной звезды η Киля (№5, 2007, стр. 10) и удаленного от нас на 7200 световых лет. Излучение молодых горячих светил, недавно возникших из вещества туманности, и звездный ветер, испускаемый ими, «сдувают» остатки пыли и газа, из которых формируется неровная «стена», почти непрозрачная для видимого света. Она продолжает медленно двигаться и изгибаться, «подталкиваемая» энергией излучения, но изменения в ее очертаниях мы сможем наблюдать по прошествии десятков тысяч лет. Внутри «стены» находятся сгустки материи, из которых через миллионы лет возникнут новые звезды и планетные системы. Представленное изображение скомпоновано из трех снимков, сделанных сквозь узкополосные фильтры, пропускающие характерные линии излучения отдельных химических элементов. Эти линии показаны условными цветами: серы — красным, водорода — зеленым, кислорода — голубым.



Brad Moore



Туманность M17 — облако межзвездного водорода, ионизированное излучением только что сформировавшегося скопления молодых звезд (в центре снимка).

как наблюдаемая эффективность не превышает нескольких процентов.

Несложно догадаться, что наибольших успехов можно добиться, объединив оба подхода: добавление турбулентности в магнитную модель позволяет ускорить формирование протозвезд, а «внедрение» магнитного поля в модель турбулентную позволяет понизить эффективность звездообразования.

Необходимы новые наблюдения индивидуальных плотных дозвездных (или беззвездных) ядер, в отношении которых модели дают различные предсказания. Исследовать эти плотные сгустки можно двумя способами. Во-первых, входящая в их состав пыль является источником теплового излучения непрерывного спектра, а во-вторых — молекулы веществ, из

которых состоят сгустки, излучают в узких спектральных линиях.

Набор их весьма специфичен. Здесь проявляется известная ирония Природы: молекулы водорода и атомы гелия составляют 98% массы молекулярных облаков, однако ни те, ни другие в существующих там условиях не излучают и потому остаются невидимыми! Таким образом, об облаках и о происходящих в них процессах приходится судить исключительно по характеристикам примесей. При этом молекулярные линии, безусловно, более информативны, чем непрерывный спектр пыли, однако у пыли по сравнению с молекулами есть одно важное преимущество: она хорошо перемешана с основной массой межзвездного газа. Это означает, что по распределению плотности пыли

можно довольно уверенно судить и о плотности газа. К сожалению, одну только плотность знать недостаточно, а практически никакие другие параметры наблюдения пыли определить не позволяют.

Другое дело — линии. По ним можно рассчитать и температуру газа, и его плотность, и напряженность магнитного поля (по эффекту Зеемана), и скорость движения (по эффекту Доплера), с тем, чтобы потом сравнить полученные данные с предсказаниями различных моделей и выбрать из них ту, которая согласуется с наблюдательными данными наилучшим образом. Но вот беда: найденные химические соединения (оксид углерода, аммиак, метанол и многие другие, общим числом более 130), в отличие от пыли, с основными

составляющими межзвездных облаков — водородом и гелием — вовсе не перемешаны. Сейчас уже надежно установлено, что с точки зрения химического состава дозвездные ядра обладают «луковичной» структурой: в центре наблюдается высокое содержание соединений азота, а на периферии более распространены соединения углерода (CO, CS, HCO⁺...).

Эту неоднородность необходимо, разумеется, учитывать при интерпретации данных. Например, при попытке определить напряженность магнитного поля по зеемановскому расщеплению линий гидроксила (OH) нужно помнить, что поле измеряется не во всем ядре и не в его центре, а только на периферии, поскольку в центре — в силу особенностей химической эволюции — гидроксила нет. Проблема решается при помощи моделей химической эволюции дозвездных ядер, в которых рассматриваются сотни различных молекул и тысячи реакций между ними, что позволяет в подробностях воспроизводить химический состав на разных расстояниях от центра ядра. Добавив к химической модели модель образования спектральных линий (это тоже непростой процесс!), можно строить теоретические спектры, а затем «накладывать»

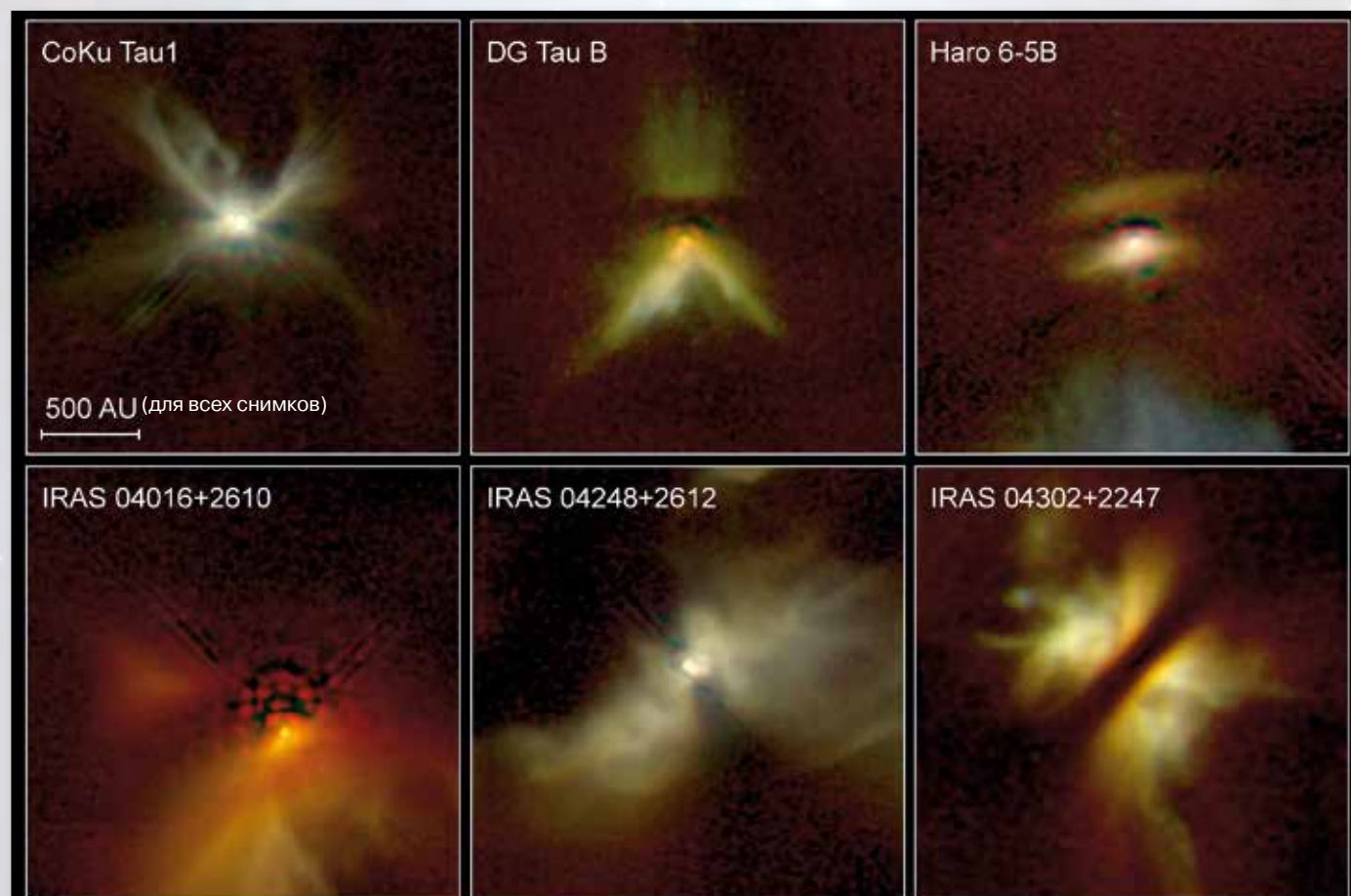
их на реальные спектральные карты и выяснять, что в исходном сценарии эволюции ядра оказалось верным, а что нуждается в переработке.

Подобное детальное исследование дозвездных ядер находится пока в зачаточном состоянии, несмотря на довольно продолжительную историю. Как уже говорилось, разрешение современных субмиллиметровых телескопов несравнимо с разрешением оптических инструментов и составляет, как правило, десятки угловых секунд. Разумеется, ни о каком подробном картировании дозвездных ядер речи идти не может, поэтому пока можно лишь с уверенностью сказать, что эти ядра действительно сжимаются — в их спектрах видны четкие признаки падения вещества по направлению к центру, то есть ядра тем или иным способом утратили гравитационную устойчивость и находятся на пути к превращению в звезды.

Что произойдет со сжимающимся дозвездным ядром дальше? В начале эволюции будущая звезда типа Солнца представляет собой газовой-пылевой сгусток с массой в несколько солнечных, радиусом примерно в световой год и температурой порядка 7-10 К. Он вращается

и сжимается со скоростью несколько десятков метров в секунду. По мере сжатия, которое длится, вероятно, до нескольких сотен тысяч лет, с ядром происходят два важных изменения: оно нагревается и «уплощается». Нагрев вызывается сжатием, а уплощение — вращением. Конечным этапом этого процесса является горячее ядро (протозвезда), окруженное газовой-пылевым диском. Когда температура в центре протозвезды превышает несколько миллионов кельвинов, в ней «загораются» термоядерные реакции. Этот момент отмечает окончание протозвездного этапа эволюции. Новорожденная звезда разметает остатки вещества, из которого она образовалась, и наконец становится видна внешнему наблюдателю. Затем в течение миллионов лет, пока не стабилизируется структура звезды и ее окружения, она наблюдается как неправильная переменная типа Т Тельца, а диск (каковые сейчас обнаружены во множестве вблизи самых разных звезд), вероятно, становится местом формирования планетной системы.

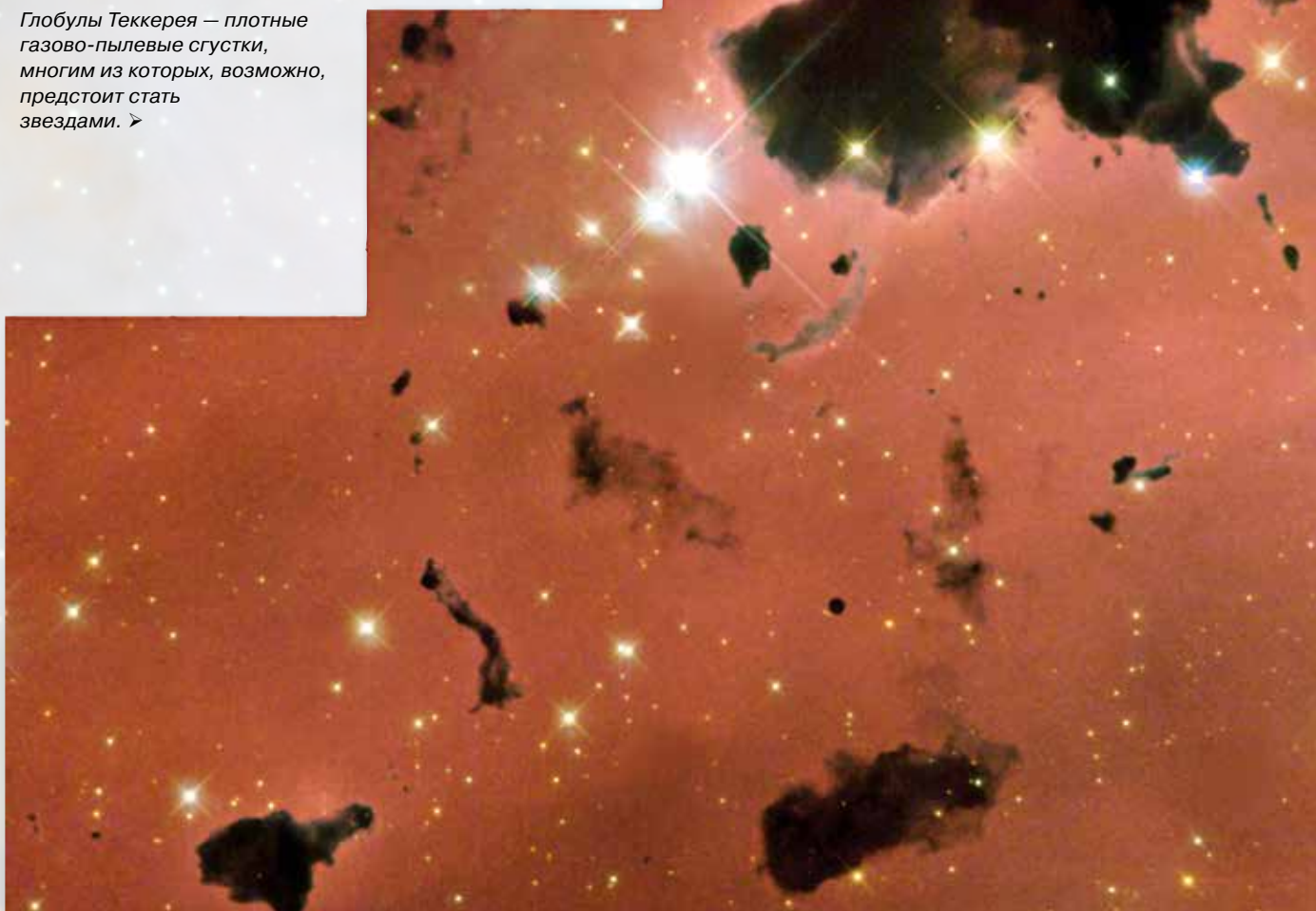
Почти неизменный атрибут молодой звезды — газово-пылевой диск, в котором позже могут возникнуть планеты

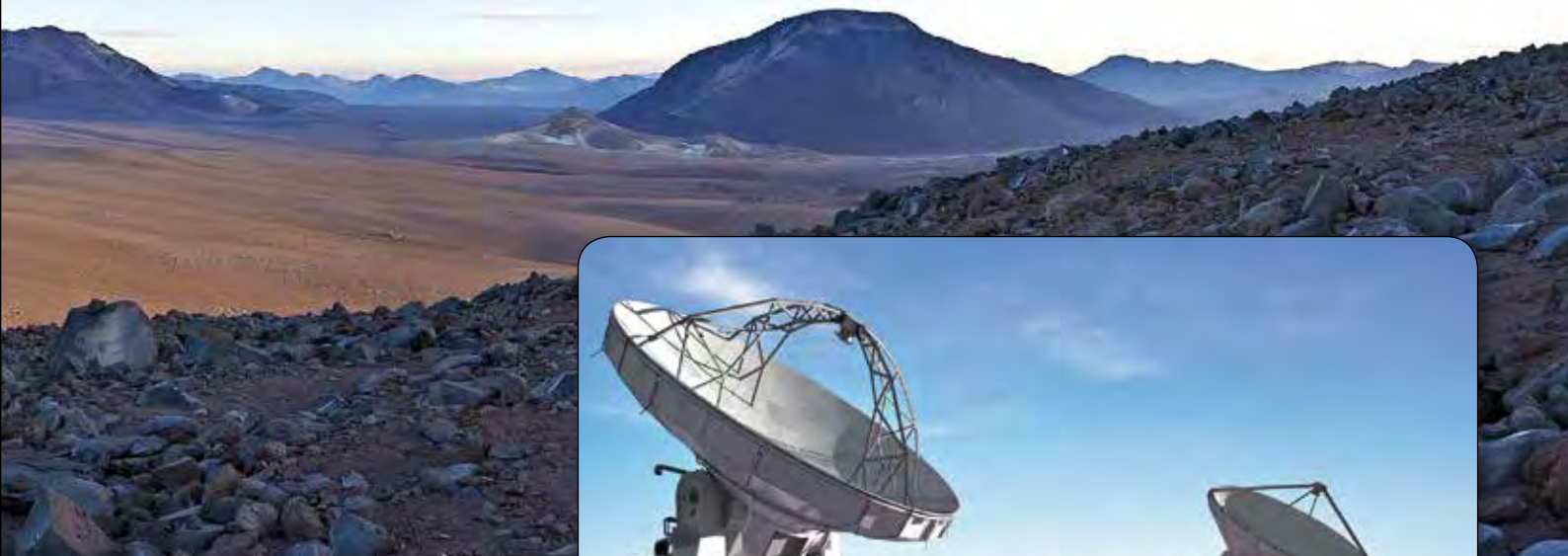




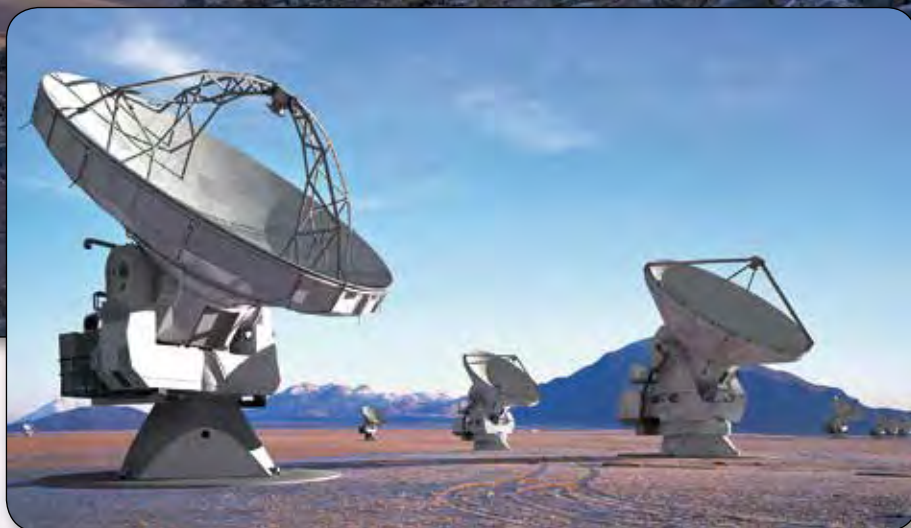
▲ Восход Солнца над плато Чаньянтор на границе Чили, Боливии и Аргентины. На этом плато (на участке в области центра снимка) будет размещено огромное антенное поле телескопа ALMA. Все астрономы, занимающиеся проблемами звездообразования (да и не только они), возлагают большие надежды на этот строящийся интерферометр субмиллиметрового диапазона.

Глобулы Теккерера — плотные газово-пылевые сгустки, многим из которых, возможно, предстоит стать звездами. ➤





Так будут выглядеть антенны интерферометра ALMA (иллюстрация). >



Слова «звезда типа Солнца» появились в предыдущем абзаце случайно. К сожалению, механизм образования массивных звезд ученые представляют себе гораздо хуже (можно даже сказать — не представляют вовсе). Проблема в том, что масса протозвезды не может расти безгранично, независимо от массы исходного дозвездного ядра. Расчеты показывают, что даже в очень массивных ядрах термоядерные реакции начинают идти, когда эта масса достигает примерно 10 масс Солнца. После этого резкое повышение темпа энерговыделения останавливает дальнейший рост, а потому более массивная звезда таким способом образоваться не может... Но астрономам известны звезды с массами в десятки солнечных! Откуда же они берутся? Сейчас рассматривается несколько вариантов ответа на этот вопрос.

Во-первых, может оказаться, что в моделях сжатия массивных дозвездных ядер просто что-то «недоучтено». Если темп падения окружающего вещества на протозвезду очень велик — не исключено, что даже энергия, выделяющаяся в термоядерных реакциях, не в силах ему противостоять. Оценить достоверность этого варианта помогли бы наблюдения самых ранних стадий образования массивных звезд, но, к сожалению, пока известны лишь дозвездные ядра, которым предстоит стать все теми же «звезда-

ми типа Солнца». Их аналоги для массивных объектов не обнаружены, хотя поиск ведется очень активно. Самыми перспективными в этом плане считаются так называемые инфракрасные темные облака — впервые наблюдавшиеся несколько лет назад плотные молекулярные сгустки, темные силуэты которых, в отличие от «обычных» молекулярных облаков, видны не на фоне звездного неба, а на инфракрасном фоновом излучении галактической плоскости.

Во-вторых, энергия массивной звезды, способная остановить сферически-симметричную аккрецию (падение) вещества, может оказаться бессильной против дисковой аккреции — выпадения вещества в узком слое вдоль экваториальной плоскости протозвезды. Для подтверждения этой гипотезы хорошо бы найти хотя бы одну крупную звезду с диском, однако пока убедительных доказательств наличия у них таких дисков получить не удалось.

Наконец, в-третьих, массивные протозвезды могут формироваться в результате слияния нескольких менее массивных «зародышей». В пользу этого предположения говорит тот факт, что «тяжелые» звезды всегда образуются в тесных группах и никогда — поодиночке, тогда как маломассивные довольно часто формируются

в относительной изоляции. Впрочем, некоторые астрономы считают, что связь массивных звезд и скоплений может иметь обратный характер: они не образуются в скоплениях, а наоборот, скопления образуются вокруг массивных звезд, которые, в отличие от «легких», не живут сами по себе, а сильно влияют на свое окружение. Их мощный звездный ветер и ионизирующее излучение уплотняют окружающее вещество и могут провоцировать «вторичное» звездообразование, ускоряя сжатие уже существующих протозвезд и стимулируя формирование новых светил и их скоплений.

В ближайшие годы именно изучение образования массивных звезд будет приоритетным направлением как для наблюдателей, так и для теоретиков. Большие надежды возлагаются на интерферометр субмиллиметрового диапазона ALMA, который в настоящее время возводится в Андах и войдет в строй через несколько лет. Он впервые позволит взглянуть на дозвездные и протозвездные объекты с угловым разрешением, ранее достигавшимся только в оптическом и сантиметровом радиодиапазоне. Можно не сомневаться в том, что исследователей звездообразования ожидают интереснейшие открытия, и многие из них наверняка окажутся революционными. ■

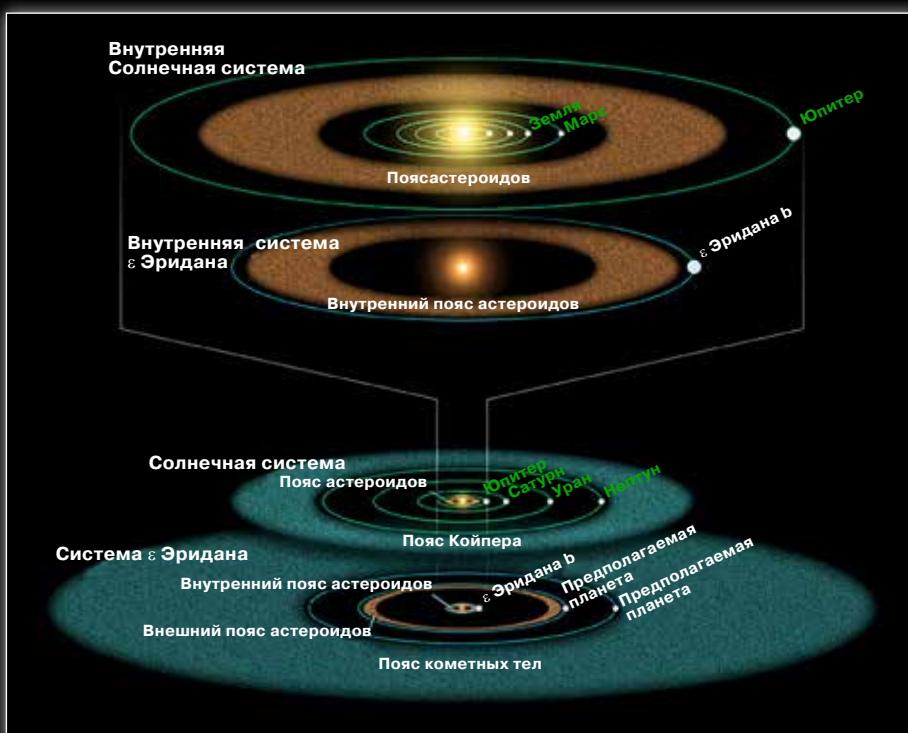
Эпсилон Эридана: новые сюрпризы

В поисках планет, похожих на Землю, астрономы по понятным причинам чаще склонны обращать внимание на звезды, по характеристикам напоминающие наше Солнце. Ближайшая из таких звезд — ϵ Эридана — расположена от нас на

расстоянии 10,5 световых лет (девятая по удаленности от Солнечной системы) и давно является объектом пристального изучения. В ее окрестностях ранее был обнаружен астероидный диск и как минимум одна планета, сопоставимая по

массе с Юпитером.¹ Более подробные исследования, недавно проведенные с помощью космического телескопа Spitzer, показали, что эту звезду на самом деле окружают три кольца. Самое внутреннее кольцо очень похоже на наш пояс астероидов, в сумме содержащий 1/20 массы Луны, и находится на таком же расстоянии от своего светила (3 а.е. или 450 млн. км). Среднее кольцо содержит большее количество материала, общая масса которого примерно равна лунной, и имеет диаметр около 20 а.е. — почти на таком же расстоянии от Солнца располагается Уран. Эти два меньших кольца вокруг ϵ Эридана (внутренний и внешний астероидный пояс), судя по их спектрам, состоят из каменных тел, похожих на астероиды «нашего» основного пояса между орбитами Марса и Юпитера.

Внешний диск по своим размерам (35-90 а.е.) напоминает пояс Койпера (Kuiper Belt) — обширную область ледяных тел, существующую в Солнечной системе за пределами орбиты Нептуна и оставшуюся предполо-



¹ ВПВ №9, 2008, стр. 8



жительно со времен ее «молодости»; правда, масса пояса Койпера приблизительно в 100 раз меньше.

Присутствие такой сложной системы колец означает, что предыдущие выводы о наличии вблизи звезды одной планеты с сильно вытянутой орбитой должны быть пересмотрены. Для объяснения фрагментации околозвездного диска требуется как минимум три экзопланеты, одна из которых своей гравитацией «контролирует» внешний край внутреннего кольца, вторая — внешний край среднего и третья — внутренний край внешнего пояса ледяных кометных тел (двигаясь на расстоянии около 5 млрд. км от центральной звезды). Планеты должны быть тяжелее Нептуна, но легче Юпитера, а форма их орбит близка к круговой. Все названные параметры будут уточняться в ходе дальнейших наблюдений.

Интересно, что, согласно некоторым гипотезам, около 4 млрд. лет назад Солнце тоже имело второй пояс

астероидов, располагавшийся чуть дальше современной орбиты Юпитера. Собственно говоря, крупнейшая планета как раз и оказалась на своей нынешней орбите из-за того, что потеряла часть кинетической энергии за счет взаимодействия с телами этого гипотетического образования.² Пояс Койпера в прошлом также был значительно массивнее, чем в наше время. Похоже, звезда ε Эридана, возраст которой оценивается в 850 млн. лет, действительно представляет собой наглядную модель для изучения ранних этапов эволюции Солнечной системы.

Источник:

Solar system's young twin has two asteroid belts. HARVARD-SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS NEWS RELEASE — October 27, 2008.

² ВПВ №1, 2006, стр. 34 — Следствием этого взаимодействия стала так называемая «поздняя бомбардировка» планет Солнечной системы крупными астероидами, выброшенными из разрушенного пояса притяжением Юпитера.

Землеподобные планеты: яркая молодость

Планетолог Линда Элкинс-Тэнтон из Массачусетского технологического института (Linda Elkins-Tanton, MIT), изучая процессы теплообмена массивных тел с космическим пространством, пришла к выводу, что каменные планеты типа Земли после своего формирования достаточно долгое время — порядка миллионов лет — находятся на стадии «лавового океана». И даже после ее окончания, когда расплавленные породы наконец-то покрываются твердой корой, поверхность планеты еще долго остается раскаленной до температуры свыше 1000°C, при которой она интенсивно излучает в ИК-диапазоне. А это делает возможным обнаружение подобных «молодых Земель» вблизи солнцеподобных звезд уже с помощью космических инфракрасных инструментов следующего поколения, наподобие телескопа Кеплера (Kepler Space Telescope), запуск которого запланирован на март 2009 г.

Принято считать, что первоначальной причиной нагрева рождающихся планет является гравитационное сжатие протопланетного сгустка. Далее какое-то время (сотни тысяч лет) нагревание происходит за счет

выпадения на планету остатков вещества околозвездного газово-пылевого диска. После этого небесное тело начинает остывать, пока не будет достигнуто равновесие между потоками энергии, поступающей от центральной звезды и генерируемой внутренним радиоактивным распадом, и уносимой в виде излучения, а также расходуемой на «испарение» в окружающее пространство водорода, гелия и летучих соединений наподобие воды или метана.

Линда Элкинс-Тэнтон обнаружила еще один процесс, ответственный за нагревание планеты на ранних стадиях ее эволюции. Им стала дифференциация планетных недр. Вначале твердая кора, укрывающая «лавоновый океан», содержит много тяжелых элементов, поэтому очень скоро она начинает «тонуть», а на ее место поднимается горячее околоядерное вещество. Дополнительная тепловая энергия выделяется при трении возникающих при этом лавовых потоков. Такая циркуляция продолжается до тех пор, пока плотность коры остается выше плотности расплавленных пород, составляющих мантию, и все это время температура

поверхности каменной планеты по-прежнему высока, а сама планета видна «со стороны» как мощный источник инфракрасного излучения.

К сожалению, тектоническая активность Земли, не в последнюю очередь вызванная ее относительно большой массой, не позволяет достоверно оценить состав «первоначальной» земной коры и количество тепла, выделившегося в результате описанных процессов. Подтверждение выводов американского планетолога может содержаться в информации, которая поступит от межпланетного зонда MESSENGER после того, как он в 2011 г. выйдет на орбиту вокруг Меркурия — самой маленькой планеты земной группы (и вообще Солнечной системы). Как предполагают ученые, дифференциация меркурианских недр закончилась очень быстро по сравнению с подобными процессами внутри остальных планет, и часть его коры могла остаться «нетронутой» вышеупомянутыми преобразованиями.

Источник:

Newborn Earth-like planets could be easier to find. MIT NEWS RELEASE — October 16, 2008

Прямые снимки экзопланет

До сих пор непосредственно сфотографировать планетоподобные спутники звезд удавалось лишь в исключительных случаях — например, если такой спутник находится на очень вытянутой орбите и к тому же в «горячей» стадии формирования,¹ или если центральное тело системы представляет собой не обычную звезду, а относительно «прохладный» коричневый карлик.² Но в этом году астрономам почти одновременно удалось получить снимки планет в окрестностях двух светил, по основным параметрам близких к нашему Солнцу.

Первыми сообщили об успехе сотрудники Университета Торонто

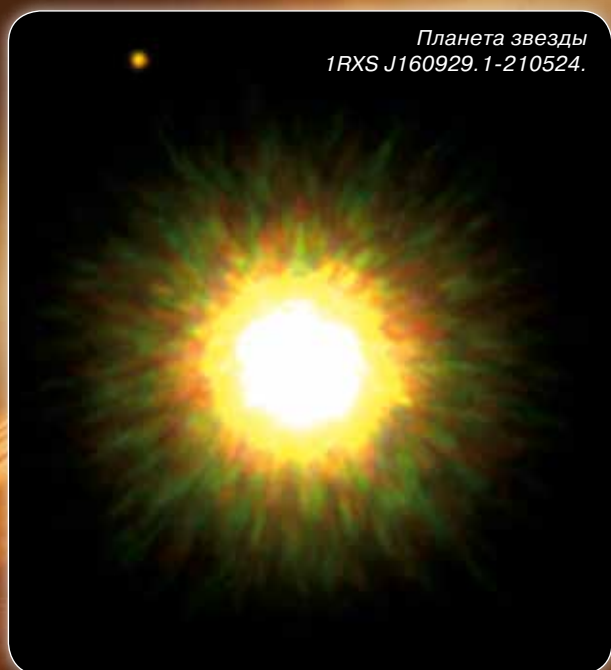
(University of Toronto), которые с помощью 8-метрового рефлектора Gemini North обсерватории Мауна Кеа на Гавайских островах³ сфотографировали спутник звезды 1RXS J160929.1-210524, находящейся от нас на расстоянии 500 световых лет. Звезда относится к классу K7 и имеет массу около 85% солнечной. «Свежеоткрытую» экзопланету, по предварительным оценкам, отделяет от нее 330 астрономических единиц (это в 11 раз больше радиуса орбиты Нептуна). Масса планеты в 8 раз превышает массу Юпитера, она имеет температуру поверхности около 1800 К (1500°C) и достаточно интенсивно излучает в инфракрасном диапазо-

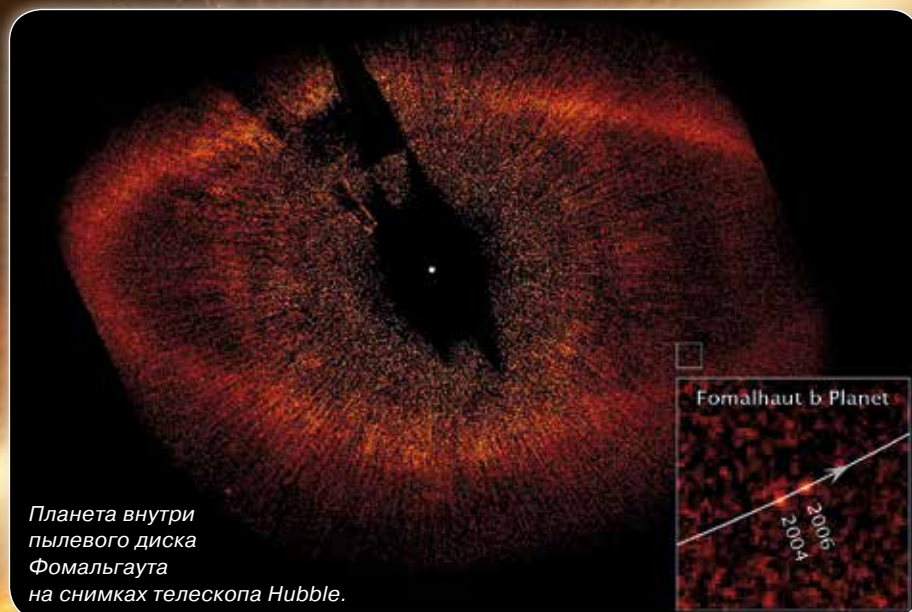
не за счет собственных источников энергии (предположительно гравитационного сжатия), что сделало возможным ее обнаружение. Версия о том, что это на самом деле не планета, а сверхмалый коричневый карлик, опровергается ее спектральными характеристиками. Некоторые ученые-планетологи указывают, что массивное тело, расположенное столь далеко от центральной звезды, не может продолжительное время оставаться ее спутником, и склонны считать, что в данном случае мы имеем дело со звездой и «блуждающей планетой», не связанными гравитационно, а просто видимыми рядом на небесной сфере. В настоящее время астрономы заняты проверкой этого предположения.

¹ ВПВ №2, 2006, стр. 10

² ВПВ №5, 2005, стр. 18

³ ВПВ №3, 2004, стр. 14; №4, 2007, стр. 9





Планета внутри
пылевого диска
Фомальгаута
на снимках телескопа Hubble.

NASA, ESA, P. Kalas, J. Graham, E. Chiang, E. Kite (University of California, Berkeley), M. Clampin (NASA Goddard Space Flight Center), M. Fitzgerald (Lawrence Livermore National Laboratory), and K. Stapelfeldt and J. Krist (NASA Jet Propulsion Laboratory)

Совершенно достоверное «прямое» изображение еще одной экзопланеты — причем не в инфракрасных лучах, а в видимом свете — удалось получить при анализе снимков пылевого диска вокруг яркой звезды Фомальгаут,⁴ сделанных в разные годы Усовершенствованной обзорной камерой (Advanced Camera for Surveys) космического телескопа Hubble. «Шум», внесенный электроникой, после сложения отдельных снимков усреднился, и на его фоне проявился сравнительно яркий точечный источник света. Как и следовало ожидать, на фотографиях, сделанных с интервалом в 21 месяц, положения этого источника немного не совпадают — это закономерное следствие орбитального движения планеты.

Спутник Фомальгаута, в полном соответствии с предсказаниями, движется внутри пылевого кольца (на расстоянии около 3 млрд. км от его резко очерченного внутреннего края). В настоящее время он находится примерно в 17 млрд. км от центральной звезды, один оборот вокруг которой совершает за 872 земных года. Массу планеты удалось оценить по степени ее гравитационного влияния на кольцо: она должна составлять порядка трех масс Юпитера. Ин-

тересно, что расчетный блеск подобного тела на таком удалении от Фомальгаута оказывается значительно меньше реально наблюдаемого. Этому есть два объяснения: во-первых, обнаруженный спутник звезды еще очень молод и находится на стадии протопланетного сжатия, когда он сам активно выделяет энергию, в том числе в виде излучения оптического диапазона. Во-вторых, вокруг него может иметься обширное кольцо ледяных частиц — намного более массивное, чем кольцо «нашего» Сатурна. Через миллионы лет из него сформируется система спутников экзопланеты.

«Высокая яркость» спутника, впрочем, совершенно не означала легкости его обнаружения. На самом деле он испускает примерно в миллиард раз меньше света, чем Фомальгаут. Примерно так же для внешнего наблюдателя соотносился бы видимый блеск Солнца и Венеры — ярчайшей планеты Солнечной системы.

Источники:

First Picture of Likely Planet around Sun-like Star. Gemini Observatory Press Release, September 15, 2008.

Hubble Directly Observes Planet Orbiting Fomalhaut. News Release Number: STScI-2008-39. November 13, 2008

⁴ ВПВ №9, 2008, стр. 14

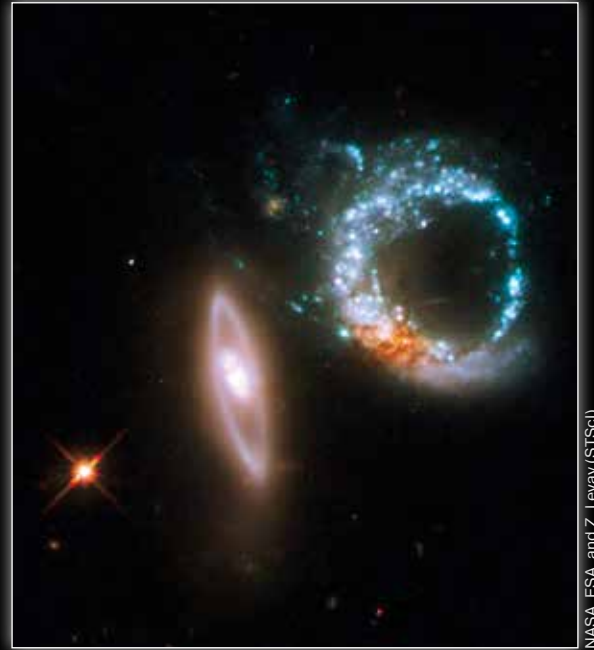
Телескоп Hubble снова в строю... и попал «в десятку»

Хорошие новости с орбиты: телескоп Hubble — старейшая космическая обсерватория — усилиями рабочей группы «приведена в чувство» и снова передает на Землю уникальные изображения. На этот раз в поле зрения его Планетарной камеры широкого поля (Wide Field Planetary Camera 2) оказалась пара гравитационно взаимодействующих галактик A9147. Одна из них повернута к нам практически ребром. Своим притяжением она исказила форму своей «соседки» (также когда-то представлявшей собой спиральную галактику, похожую на Млечный Путь), замкнув ее в кольцо. В результате на снимках эта пара оказывается похожей на цифру «10».

Однако если «единица» в этой «десятке» выглядит вполне симметрично и не демонстрирует примечательных особенностей (кроме, возможно, необычной кольцеобразной концентрации звезд неподалеку от края галактического диска), то «ноль» сияет яркими голубыми звездами, образовавшимися сравнительно недавно — не более

нескольких миллионов лет назад. Красноватое облако в ближней к «единице» части кольца — вероятнее всего, галактическое ядро, окруженное звездами-«старожилами» (в основном они относятся к классу красных гигантов). Похоже, что здесь астрономы имеют дело с последствиями не просто взаимодействия галактик, а их столкновения, точнее — прохождения одной галактики сквозь другую. Это прохождение — как падение камня в озеро — стало причиной возникновения кольцеобразных ударных волн, в которых резко возросла плотность межзвездного вещества и за счет этого интенсифицировались процессы звездообразования.

Пара галактик A9147 видна в созвездии Кита, расстояние до нее оценивается в 400 млн. световых лет. Из-



лучение ближнего ультрафиолетового диапазона на приведенном изображении показано голубым цветом, видимого диапазона — зеленым, ближнего инфракрасного — красным. Съемка производилась 27 и 28 октября.

COROT наблюдает «звездотрясения»

Процессы, протекающие на «лице» нашего Солнца, человечество наблюдает как минимум со времени изобретения телескопа. Все, что творится в солнечных недрах, пока остается уделом теоретиков. Свои выводы они строят на основании того, как распространяются по поверхности ближайшей звезды сейсмические волны,

возникающие при мощных солнечных вспышках. Преимущества Солнца в данном случае вполне понятны: с Земли оно видно не как точечный источник излучения, а как диск диаметром более половины градуса, что позволяет непосредственно наблюдать картину поверхностных возмущений, вызываемых внутренними процессами.

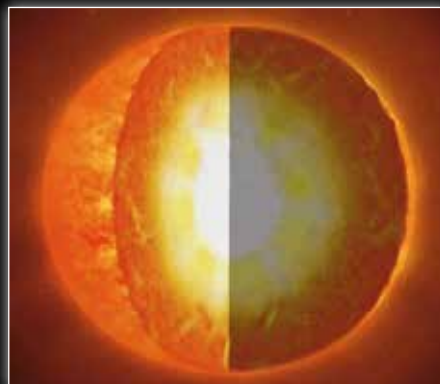
С помощью европейского космического телескопа COROT, выведенного на околоземную орбиту 27 декабря 2006 г., ученые сделали попытку заглянуть в недра солнцеподобных звезд, находящихся от нас в сотнях световых лет (HD499933, HD181420 и HD181906). Для этого телескоп регистрировал малейшие колебания их блеска на протяжении длительного времени. В результате получены убедительные подтверждения того, что эти звезды испытывают «звездотрясения», похожие на те, которые время от времени происходят на Солнце.

Наземные инструменты провести подобные измерения не могут по двум существенным причинам: во-первых, колебания яркости небесных объектов, вызываемые неоднородностями земной атмосферы, на порядки превышают последствия «звездотрясений». Во-вторых, даже телескоп, установленный на Южном полюсе, способен вести непрерывные наблюдения в течение максимум четырех месяцев — и то лишь при условии, что все это время над ним не появится ни малейшего облачка...



Телескоп COROT

Космический телескоп COROT способен обнаруживать акустические волны, генерируемые в звездных глубинах и проявляющиеся в пульсирующем изменении яркости. По этим параметрам может быть определена структура, масса и возраст звезды.



В поисках реликтовой антиматерии

Космологи более-менее сходятся в ответах на вопрос о том, почему наша Вселенная состоит в основном из вещества и почему его «противоположность» — антивещество — сейчас образуется лишь в небольших количествах, как побочный продукт высокоэнергетических процессов (вроде падения больших количеств материи на сверхмассивные черные дыры). Сталкиваясь с частицами «нормального» вещества, антивещество аннигилирует, то есть суммарная масса частиц полностью превращается в энергию, количество которой определяется знаменитой эйнштейновской формулой $E = mc^2$.

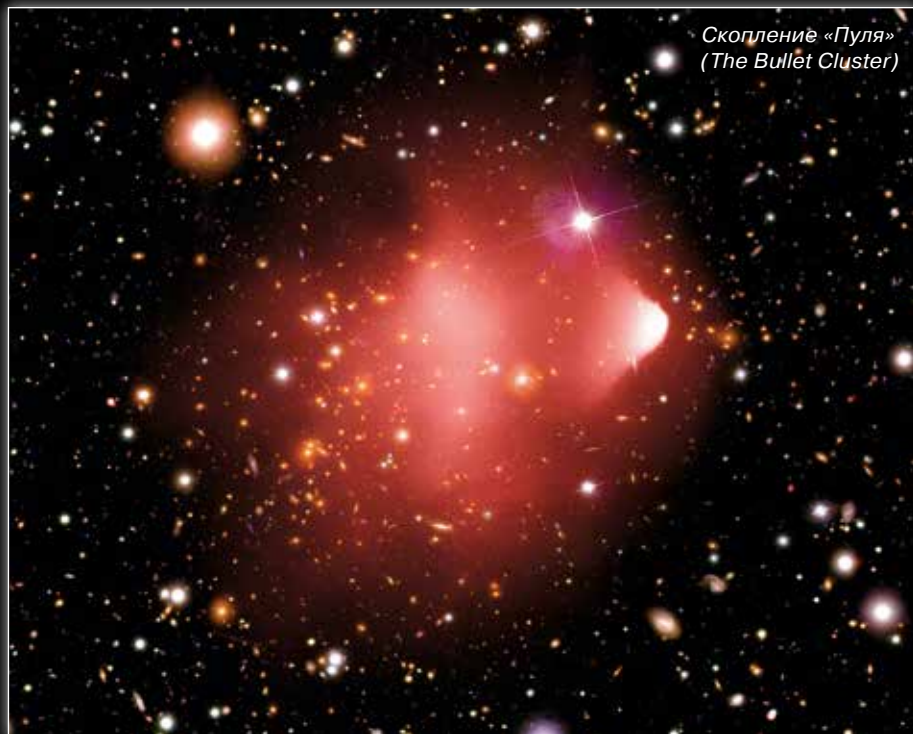
В первые мгновения после Большого Взрыва вещество и антивещество заполняли Вселенную в соотношении, почти равному 1:1. «Почти» — потому что одного из них было на одну миллиардную часть больше... Эту миллиардную часть мы сейчас и называем «нормальным веществом». Все остальное успешно проаннигилировало, внося свой вклад в излучение реликтового фона.

Примерно в этот же период времени, согласно современным представлениям, Вселенная пережила самый загадочный этап своего развития, условно именуемый «раздуванием» (inflation) — расширение с огромной скоростью практически «из ничего» до вполне ощутимых размеров. Некоторые ученые считают, что в результате этого процесса отдельные объемы, заполненные антивеществом, оказались отнесены на достаточно большое расстояние от массивных скоплений «нормальной» материи и не успели с ней провзаимодействовать. Поисками такого «ископаемого» антивещества занялись сотрудники университета штата Огайо (Ohio State University). Они вполне справедливо рассудили, что наиболее интенсивно «перемешивание» материи происходит во время столкновений больших скоплений галактик. Самое впечатляющее из подобных событий наблюдается в созвездии Киля — там расположено галактическое сверхскопление 1E0657-56, более известное как «Пуля» (Bullet Cluster).¹ Оно состоит из двух групп

галактик, которые постепенно сближаются, при этом вращаясь вокруг общего центра масс. Облака межзвездного водорода, окружающие эти группы, сталкиваются в области, расположенной между их центрами; при этом они нагреваются до сверхвысо-

чекских кластеров. С помощью нового гамма-телескопа Fermi (GLAST)³ ученые надеются заглянуть немного дальше и «добыть» образцы подобных столкновений, имевших место в моло-

³ ВПВ №7, 2008, стр. 11; №10, 2008, стр. 12



Скопление «Пуля»
(The Bullet Cluster)

X-ray: NASA/CXC/CfA/M.Markertich et al.; Optical: NASA/STScI/Magellan/U.Arizona/D.Crowe et al.

ких температур и начинают «светиться» в рентгеновском диапазоне, что и регистрирует орбитальный телескоп Chandra (NASA). Если бы поблизости присутствовали ощутимые количества антивещества, оно неизбежно начало бы аннигилировать, выделяя при этом характерное гамма-излучение, которое «заметила» бы Комптоновская обсерватория (Compton Gamma Ray Observatory), работавшая на околоземной орбите с 1991 по 2000 г.² Однако в архивах данных, полученных этой обсерваторией, избытка гамма-лучей, приходящего из области созвездия Киля, обнаружить не удалось. Это означает, что концентрация реликтовой антиматерии в скоплении «Пуля» не превышает трех частей на миллион частей «обычного» вещества (0,0003%). Скорее всего, она там еще меньше.

Правда, это скопление представляет собой самый близкий — как в пространстве, так и во времени — пример взаимодействия крупных галакти-



Скопления галактик

Разогретые до сверхвысоких температур облака межзвездного водорода

NASA/CXC/M. Weiss

дой Вселенной. Не исключено, что там антивещество содержалось в более существенных количествах, поэтому его высокоэнергетическая «подпись», дошедшая к нам через миллиарды световых и обычных лет, все же будет обнаружена. Информация о ее наличии либо отсутствии очень важна: она поможет исследователям узнать, как долго продолжалась стадия «раздувания», и не изменились ли фундаментальные мировые константы с момента Большого Взрыва.

Источник:

The Bullet Cluster: Searching for Primordial Antimatter. Chandra Press Release/October 30, 2008.

¹ ВПВ №11, 2006, стр. 10

² ВПВ №7, 2008, стр. 7

Запущен «Исследователь межзвездных границ»

19 октября 2008 г. в 17:48 UTC (20:48 по киевскому времени) с борта самолета L-1011 Stargazer, взлетевшего в 16:51 UTC с аэродрома военно-воздушной базы США на атолле Кваджалейн (Тихий океан), осуществлен пуск ракеты-носителя Pegasus-XL со спутником IBEX (Interstellar Boundary Explorer). На высоте около 100 км включился собственный разгонный блок аппарата, который вывел его на сильно вытянутую эллиптическую околоземную орбиту с перигеем 5 тыс. и апогеем 320 тыс. км. Такая орбита необходима для минимизации влияния земной магнитосферы при наблюдении за периферийными областями Солнечной системы.

Основная цель миссии IBEX — регистрация нейтральных атомов, образующихся из ионов солнечного ветра после столкновений с частицами межзвездного газа. Это позволит воспроизвести пространственную структуру ударной волны («границы» Солнечной системы — области пространства, в которой солнечный ветер под действием межзвездного вещества тормозится до скорости ниже сверхзвуковой), создаваемой Солнцем при его движении вокруг центра Галактики. Для осуществления экспериментов на борту IBEX установлена пара датчиков электрически нейтральных атомов — IBEX-Hi и IBEX-Lo.



Самолет L-1011 Stargazer

Запуск спутника IBEX



РН Pegasus-XL

Расчетная продолжительность миссии — два года.

Источник:

New satellite to study solar system's distant frontier.

STEPHEN CLARK (SPACEFLIGHT NOW) — October 20, 2008.

Необычное полярное сияние на Сатурне

Зонд Cassini зафиксировал в районе северного полюса Сатурна необычное полярное сияние. Оно обнаружено в зоне, в которой, согласно современным представлениям о магнитосфере планеты, подобные явления должны отсутствовать.

Полярные сияния образуются при попадании в атмосферу заряженных частиц, движущихся вдоль

силовых линий планетарного магнитного поля. Источников этих частиц может быть два. В случае Земли это только солнечный ветер. Для Юпитера это еще и собственная «окружающая среда», сформированная магнитосферой планеты-гиганта и ее спутниками. Основной вклад в нее вносят вулканы Ио, причем этот «поставщик» заряженных частиц как раз явля-

ется основным. Потому сияния на Юпитере происходят практически постоянно, они не зависят от активности Солнца. Похожая ситуация с Сатурном — он также довольствуется двумя источниками: солнечным ветром и собственным окружением. Однако их соотношение постоянно меняется.

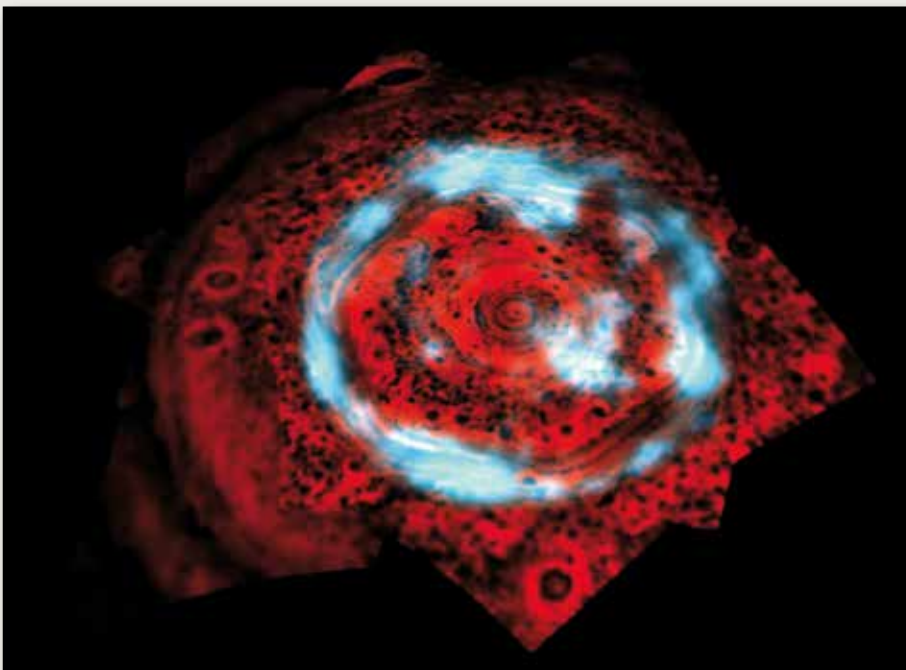
Слияние нового типа «выпадает» из привычной картины. Излучая в инфракрасном диапазоне, оно иногда занимает область внутри 82-й параллели, простираясь даже над полюсом, и постоянно меняет яркость — вплоть до полного исчезновения — с периодом 45 минут.

«Уникальные особенности полярных сияний Сатурна свидетельствуют о том, что существует нечто особенное и непредвиденное в магнитосфере планеты, и о том, как она взаимодействует с солнечным ветром и атмосферой, — заявил Ник Ахиллеос из Лондонского университетского колледжа (Nick Achilleos, UCL), один из сотрудников рабочей группы миссии Cassini. — Попытка объяснить их происхождение, несомненно, приведет нас к необычной физике, которая работает именно в окружении планеты Сатурн».

Источник:

Saturn's Polar Aurora. Cassini Press Release, November 12, 2008

На снимке полярного региона Сатурна отчетливо видны полярные сияния (голубой цвет) и атмосфера планеты (красный цвет). Изображение получено космическим аппаратом Cassini в различных длинах волн инфракрасного диапазона.



Индийский лунник приступил к исследованиям

22 октября 2008 г. в 6:52 утра по местному времени (00:52 UTC) с космодрома Шрихарикота, расположенного на одноименном острове в Бенгальском заливе, специалистами Индийской организации космических исследований (ISRO) был осуществлен пуск ракеты-носителя PSLV C-11 с межпланетным зондом Chandrayaan-1 на борту. Аппарат предназначен для изучения Луны с орбиты ее искусственного спутника. Ракета-носитель вывела его на промежуточную вытянутую околоземную орбиту. На окололунную орбиту зонд «перебрался» самостоятельно к 8 ноября, с помощью нескольких включений своей двигательной установки.

Основными задачами миссии Chandrayaan-1 являются: изучение минералогического и химического состава полярных районов нашего естественного спутника, поиск и локализация возможных подпо-

верхностных запасов водяного льда (особенно в районе полюсов), стратиграфическое исследование поверхностного слоя в районе самого большого и старого лунного кратера Южный Айткен (South Pole Aitken Region), точное измерение высот элементов рельефа Луны, получение стереоизображений большей части лунной поверхности с разрешением до 5 м. Однако, кроме всего перечисленного, у миссии есть еще одна цель — политическая. Индия, входящая в число крупнейших и быстро развивающихся стран, хочет стать частью сообщества, «достаточно привилегированного, чтобы вести исследования космоса». Об этом сказал бывший глава ISRO и член парламента страны Кришнасвами Кастуриранган (Krishnaswamy Kasturirangan). Такие исследования сегодня — занятие весьма престижное, требующее задействования высоких технологий. Задача присоеди-

миссии Chandrayaan Индия стала шестой страной мира, отправившей зонд к Луне. Еще один член этого неофициального клуба — Европейское космическое агентство (ESA).

Chandrayaan-1 имеет форму куба со стороной 1,5 м, его взлетная масса составляла 1304 кг, при выходе на селеноцентрическую орбиту она уменьшилась до 590 кг. Бортовые гироскопы обеспечивают стабилизацию положения зонда вдоль всех трех осей. Энергетический блок включает в себя разворачиваемый массив солнечных батарей, способных вырабатывать до 700 Вт электроэнергии, и запасной литий-ионный аккумулятор. Чтобы достичь лунной орбиты и маневрировать на ней, аппарат использует двигатели, работающие на двухкомпонентном топливе, запаса которого должно хватить на 2 года. Стоимость проекта — около 3,8 млрд. рупий (примерно \$86 млн.).

На борту зонда Chandrayaan-1 находятся 11 научных инструментов, шесть из которых — иностранные: три предоставлены ESA, один — Болгарией (радиационный монитор RADOM) и два — США. Остальные пять разработаны и построены в Индии.

Американские приборы — мини-радар и инфракрасный спектрометр — предназначены для исследования полярных районов Луны на предмет наличия льда. Рентгеновский видовой спектрометр создан в британской Лаборатории имени Резерфорда-Эплтона для картирования элементного состава лунной поверхности мето-

единиться к небольшому числу стран, способных самостоятельно отправить зонд к Луне, для Индии стала особенно важной в последние пару лет, когда список «лунных держав», долгие годы в к л ю ч а в ш и й лишь СССР и США, пополнился Китаем и Японией. С началом

Пуск ракеты-носителя PSLV C-11 с межпланетным зондом Chandrayaan-1 на борту.





Эти изображения лунной поверхности были переданы зондом MIP 14 ноября 2008 г. после отделения от Chandrayaan-1. (Представленные здесь снимки даны в том виде, в котором были непосредственно получены камерой зонда; в дальнейшем для улучшения качества они будут обработаны).

дом рентгеновской флуоресценции. Анализатор частиц низких энергий был разработан Шведским институтом космической физики совместно с индийскими предприятиями для регистрации летучих элементов, образующихся при бомбардировке лунной поверхности частицами солнечного ветра, и для поисков поверхностных аномалий магнитного поля. Еще на борту зонда размещен спектрометр ближнего инфракрасного диапазона Института аэронауки германского Общества имени Макса Планка (с его помощью будет исследоваться минеральный состав поверхности).

В Индии изготовлены видеокамеры для съемки поверхности, в том числе камера для ее картографирования, и спектроанализатор. На борту зонда установлен также лазерный высотомер с разрешением лучше 5 м.

Рентгеновский высокоэнергетический спектрометр, созданный индийскими учеными совместно со специалистами ESA, предназначен для обнаружения радиоактивных ядер. В состав аппаратуры включен

индийский инфракрасный спектрометр, дополняющий немецкий прибор с похожими характеристиками.

Но самой интересной частью оборудования, пожалуй, являлся ударный зонд MIP (Moon Impact Probe), сброшенный на поверхность Луны 14 ноября. Он представлял собой модуль кубической формы массой 34 кг, оснащенный масс-спектрометром, альтиметром и видеокамерой.

На расчетную окололунную орбиту высотой 100 км и периодом обращения 2 часа Chandrayaan-1 вышел 12 ноября в результате серии маневров, во время которых его двигатели включались в общей сложности 10 раз и проработали около 16 минут. 14 ноября произошло отделение MIP, после чего с использованием твердотопливного двигателя он был переведен на траекторию столкновения с Луной. Через 25 минут после отделения, в 15:04 UTC (17:04 по киевскому времени), модуль врезался в лунную поверхность в районе южного полюса, в результате чего полностью разрушился. Перед этим

он успел провести топографическую съемку и определить характеристики сверхразреженной лунной атмосферы на малых высотах; собственно высоту отслеживал альтиметр. Удар модуля о грунт и выброс лунных пород «увидел» оставшийся на орбите основной модуль. По результатам наблюдений будет проанализирован химический состав поверхности в месте падения. Человечество настойчиво ищет следы присутствия водяного льда в южном полярном регионе Луны и, возможно, эта попытка увенчается успехом.

Жесткая «посадка» MIP стала своеобразной тренировкой перед мягкой посадкой индийского луннохода, который будет доставлен на Луну в 2011 г. космическим аппаратом Chandrayaan-2. Этот зонд создается совместно Индией и Российской Федерацией. Перечень его научных приборов и основные технические характеристики будут уточняться по результатам обработки данных, полученных зондом Chandrayaan-1.

«Чаньэ-2» будет запущен к концу 2011 г.

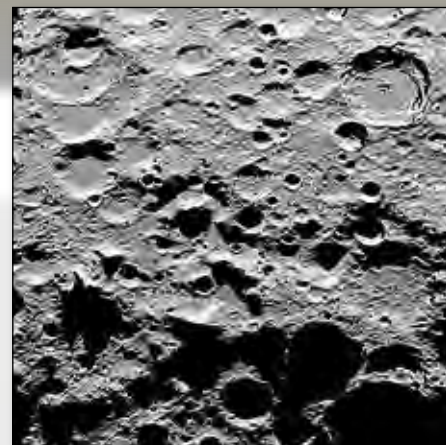
Второй китайский спутник зондирования Луны «Чаньэ-2» собираются запустить к концу 2011 г. Об этом объявил 12 ноября представитель Комитета оборонной науки, техники и промышленности КНР. Аппарат изготавливают на основе резервного экземпляра «Чаньэ-1», успешно отправ-

ленного к Луне в прошлом году.¹ Его запуск пройдет в рамках второй очереди китайской лунной программы. На борту нового спутника будет установлено оборудование для отработки 5 ключевых технологий.

¹ ВПВ №11, 2007, стр. 19



Лунный лед: надежды тают...



Южный полюс Луны (в правом нижнем углу)

Предположение о существовании водяного льда в «вечно затененных» кратерах вблизи лунного южного полюса было впервые подтверждено в ходе миссии Clementine, осуществленной в 1994 г. военным ведомством США.¹ Правда, уже тогда некоторые ученые высказали сомнения в правильности интерпретации полученных данных. Следующий американский космический аппарат Lunar Prospector, работавший в окрестностях Луны в 1998–1999 гг.,² зарегистрировал признаки повышенной концентрации водорода в «подозрительных» областях. Ученые сочли эти данные бесспорным свидетельством наличия там обширных ледяных залежей. Однако расшифровка сигналов наземных радаров, проводивших локацию приполярных районов нашего естественного спутника, указывала скорее на отражение от рыхлых каменных пород, чем ото льда или снега.

Японские планетологи, воспользовавшись тем, что на окололунной орбите уже больше года работает

национальный зонд «Кагуяя»³ (точнее, целых три зонда, доставленных к Луне одним носителем), провели собственное исследование потенциально «ледоносных» кратеров — в первую очередь крупного кратера Шеклтон (Shackleton). Были сделаны их снимки при таком положении Луны, когда Солнце поднимается над ее южным полюсом на максимальную высоту — около 1,5°. Дно Шеклтона даже в это время избегает попадания прямых солнечных лучей, но его освещают «отблески» от окружающих неровностей лунной поверхности. Ожидалось, что эти отблески, попав на ледяные залежи, отразятся от них в виде бликов, достаточно ярких, чтобы их «заметили» чувствительные камеры японского космического аппарата. Но никаких подобных деталей рабочая группа миссии на снимках не обнаружила.

С другой стороны, измерения температуры кратерного дна показали, что она там никогда не поднимается выше 90 К (–183°С), чего вполне достаточно для существования «вечных льдов» — они могут быть просто укрыты слоем

пыли, почти постоянно «выбиваемой» с поверхности Луны метеоритной бомбардировкой. Похоже, окончательную точку в вопросе о лунных ледниках поставит падение в кратер Шеклтон американского аппарата LCROSS, который будет отправлен к естественному спутнику Земли совместно с орбитальным исследовательским зондом Lunar Reconnaissance Orbiter в феврале-марте следующего года.⁴

Источник:

Hopes Dashed for Ice on Moon.

*Andrea Thompson —
23 October 2008.*

¹ ВПВ №1, 2008, стр. 24

² ВПВ №4, 2008, стр. 19

³ ВПВ №10, 2007, стр. 14

⁴ ВПВ №5, 2006, стр. 8; №9, 2008, стр. 34

«Тихий» пролет Тоутатиса

Малая планета Тоутатис (4179 Toutatis), названная в честь божества древних кельтов, именем которого оперируют герои комикса «Астерикс», осенью 1992 г. стала причиной немалого шума в средствах массовой информации. В тот год она сблизилась с Землей до расстояния 3,6 млн км, что совсем немного по космическим масштабам — примерно в 9 раз больше среднего радиуса лунной орбиты. Несмотря на то, что момент пролета астероида и минимальное расстояние до него были точно рассчитаны заранее, газеты пестрели заголовками о возможном столкновении, угрожающем земной цивилизации...

12 лет спустя, 29 сентября 2004 г., Тоутатис прошел на расстоянии чуть больше полутора миллионов километров от нашей планеты. Но земляне уже успели привыкнуть к его визитам, происходящим каждые 4 года, и это «сверхтесное» сближение не нашло

должного отражения в информационном пространстве. Тем более незаметным в этом плане стало «свидание» с малой планетой, состоявшееся 9 ноября текущего года: в тот день ее отделяло от нас 7,5 млн. км. Наблюдать ее в это время было невозможно, поскольку на небе она располагалась всего в 12° от Солнца. Следующее сближение астероида с Землей намечено на декабрь 2012 г. — тогда условия его видимости будут похожи на те, которые имели место во время пролета 1992 г.

За 20 лет, минувших с момента открытия Тоутатиса 4 января 1989 г. (на самом деле впервые астрономы обнаружили его на фотопластинках, отснятых еще в феврале 1934-го, но не смогли рассчитать его точную орбиту и поэтому «потеряли»), исследователи узнали много интересного об этом небесном теле, одном из самых крупных среди «соседей» нашей планеты — его

наибольший размер превышает 4,5 км. Астероид, скорее всего, представляет собой два «небесных камня», лежащих друг на друге и вращающихся вокруг общего центра масс с нерегулярным периодом, изменяющимся под действием притяжения Солнца и Земли, с которой Тоутатис, как уже отмечалось, регулярно сближается. Его масса достигает 50 млрд. тонн (5×10^{13} кг), что соответствует средней плотности более 2 г/см³. Этот факт, а также спектральные характеристики, «выдают» астероид S-типа, состоящий преимущественно из силикатных (каменистых) пород.

С точки зрения астероидной опасности Тоутатис — с его надежно рассчитанной траекторией — ничем особенным не выделяется среди множества подобных тел, «обитающих» в окрестностях земной орбиты. Он интересен, в первую очередь, как один из самых ярких (в том числе в прямом смысле этого слова) их представителей, регулярно предоставляющий астрономам возможность провести его подробное изучение.

Лунный кратер Тихо

в объективе зонда «Кагуяя»

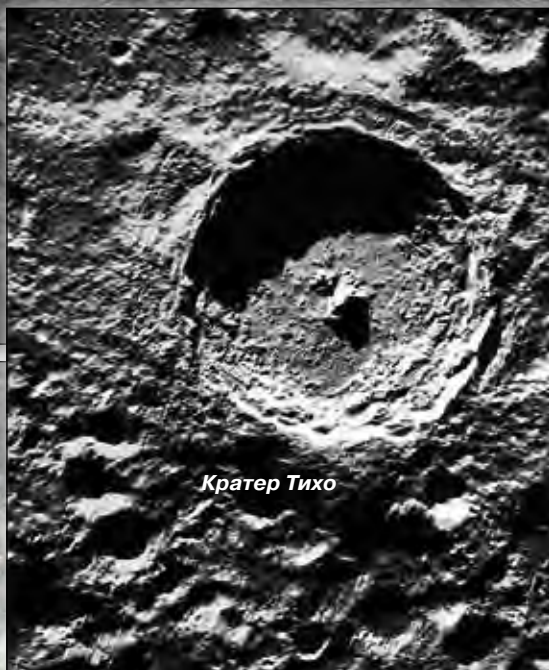
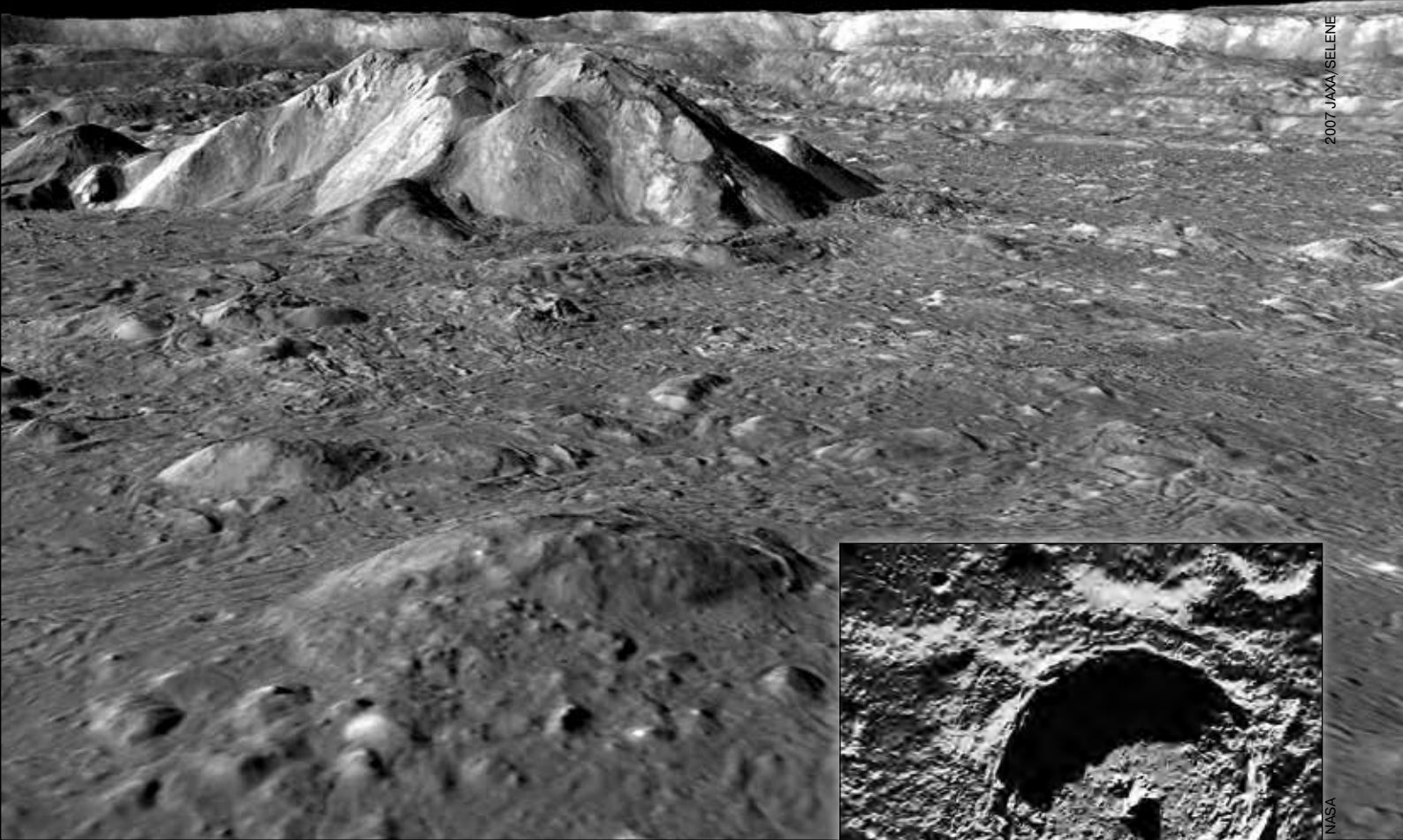
85-километровый кратер Тихо, названный в честь датского астронома Тихо Браге (Tycho Brahe), хоть и не является крупнейшим кратером на поверхности нашего естественного спутника, но явно относится к самым известным. Кольцевая структура глубиной 4,6 км возникла примерно 110 млн. лет назад после удара астероида размером около 5 км (предположительно обломка малой планеты 298 Baptistina). Энергии удара хватило, чтобы выбросы подстилающих пород «залетели» на противоположную сторону Луны. Сейчас эти выбросы видны как светлые лучи, расходящиеся от кратера, а в северном направлении простирающиеся почти до края лунного диска.

Первые данные о химическом составе пород, из которых сложены дно и кратерный вал Тихо, получил американский автоматический аппарат Surveyor 7, прилунившийся в 1968 г. в 20 км к северу от кратера. Позже его фотографировал еще один американский «разведчик» Lunar Orbiter 5. В дальнейшем этот интересный объект лунной поверхности исследовали экипажи космических кораблей Apollo. Недавно японский спутник «Кагуяя» произвел видеосъемку кратера Тихо и получил несколько впечатляющих детальных изображений, с использованием которых были построены его трехмерные модели.

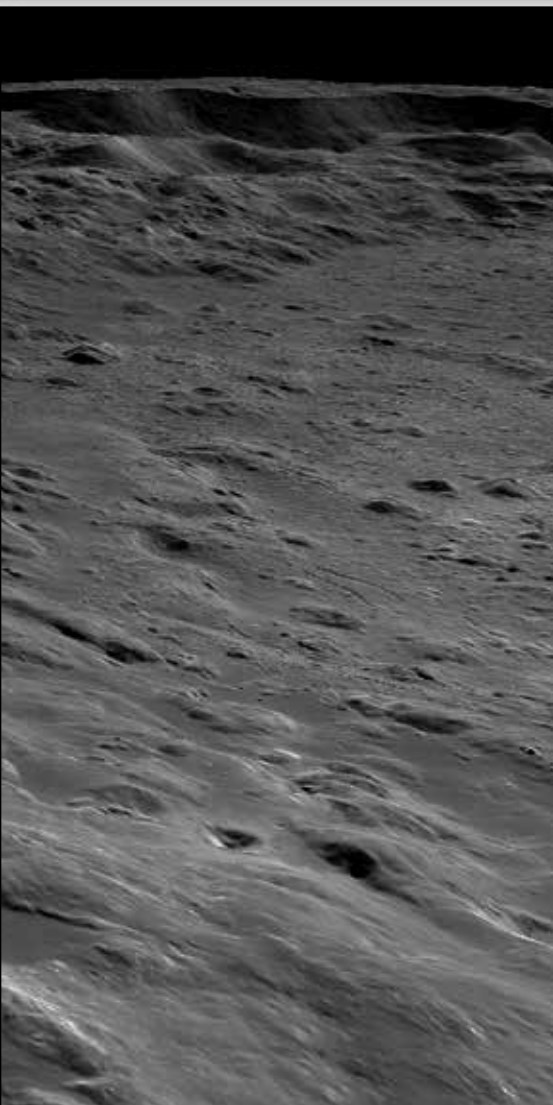
По материалам агентства JAXA

Сложная структура кратерного вала косвенно подтверждает гипотезу «магматического океана» — эта гипотеза утверждает, что, по крайней мере, 100 млн. лет назад на глубине примерно 200 км под лунной поверхностью присутствовала расплавленная магма. Это предположение объясняет факт наличия минерала анортозита в образцах лунного грунта, обнаруженного еще аппаратом Surveyor 7, а также доставленных на Землю экипажем Apollo 11. В последнем случае астронавты, скорее всего, «наткнулись» на следы одного из выбросов, образовавшихся при метеоритном ударе, в результате которого и возник кратер Тихо. ▼

Центральная горка кратера Тихо. Ее высота над кратерным дном составляет 1,6 км. Минералы, из которых она состоит, почти наверняка включают остатки астероида, после удара которого образовался кратер, а потому она представляет интерес с точки зрения изучения истории Солнечной системы.



Кратер Тихо



Миссию марсианского зонда Phoenix Mars Lander можно считать завершенной. Последний сигнал от него был получен 2 ноября: из-за уменьшения продолжительности светового дня в северном полушарии Красной планеты солнечные батареи больше не могут обеспечивать достаточное количество энергии для нормальной работы аппарата. И хотя исследовательские станции Mars Odyssey и Mars Reconnaissance Orbiter еще несколько недель каждый день будут пытаться установить с ним связь, вероятность успеха этих попыток сомнительна.

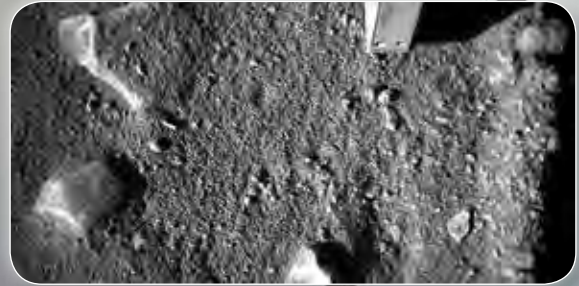
«Мы убеждены, что аппарат нам более не доступен, — заявил руководитель проекта Барри Голдштейн из Лаборатории реактивного движения в Пасадене (Barry Goldstein, JPL, Pasadena) в ходе телефонной пресс-конференции 10 ноября, — и объявляем о завершении работы».

В отличие от марсоходов Spirit и Opportunity, ведущих исследования в районах, близких к марсианскому экватору, Phoenix находится за полярным кругом. На Марс он прилетел в самый разгар северного полярного дня, однако уже к августу Солнце начало опускаться за горизонт — сначала ненадолго, но постепенно соотношение темного и светлого времени увеличивалось. Постоянно уменьшался и угол падения солнечных лучей. А энергии на обогрев движущихся частей, научной аппаратуры и электроники, которая также не любит холода, приходилось тратить все больше. В итоге каждый из электрообогревателей в день забирал по несколько киловатт-часов электричества из аккумуляторов, пополнявшихся лишь за счет убывающего потока солнечного света.

То, что с наступлением марсианской осени станция должна выйти из строя, предполагалось изначально — не было только понятно, когда конкретно это произойдет. Рассчитанный на три месяца функционирования, Phoenix «протянул» почти вдвое больше — с момента его посадки на Марс 25 мая¹ до 2 ноября он отработал 152 сола (марсианских суток) или 160 земных дней. И лишь три из них были потрачены на борьбу с неполадками.

Основные проблемы начались за неделю до потери связи. К тому времени команда управления уже отказалась от использования механического манипулятора, навечно вонзив его термометр

Замерзший «Феникс»



NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Max Planck Institute

Один из последних снимков поверхности Красной планеты, переданный зондом Phoenix 28 октября

в марсианский грунт, и выключила еще несколько устройств в целях экономии электроэнергии. Судьбу зонда решила пылевая буря, прошедшая над местом посадки: 29 октября он перешел в «спящий» режим, затем — в «безопасный», заодно зачем-то переключившись на дублирующий бортовой компьютер и отключив от подзарядки один из двух аккумуляторов. Инженеры NASA попытались передать на космический аппарат инструкции по дальнейшему уменьшению энергопотребления, но удалось это не с первой попытки, да и не слишком это помогло. 30 октября Phoenix пропустил один из запланированных сеансов связи, а днем позже сообщил, что дела его очень плохи. Еще через двое суток от аппарата пришел последний сигнал.

По завершении миссии ученые оценивают ее как весьма успешную. Еще в июле Phoenix, сняв манипулятором всего несколько сантиметров оказавшегося неожиданно клейким марсианского грунта, обнаружил какое-то плотное белое вещество. Это могли быть или лед, или соль. Но когда через пару дней белый материал испарился, стало ясно, что речь идет именно о водяном льде. Позднее зонд обнаружил следы частиц, очень напоминающих тонкие пластинки глины, и карбонат кальция («по-простому» — известняк или мел).

Считается, что для образования этих минералов требуется длительное присутствие жидкой воды, имеющей нейтральную или слабощелочную реакцию. Как выяснил Phoenix, арктический грунт Марса до сих пор сохраняет следы щелочи — в отличие от прочих исследованных мест планеты, где почва «закисленная». Некоторые специалисты миссии даже сделали вывод, что такой грунт вполне подошел бы для выращивания земных растений. Одновременно зонд нашел следы перхлоратов — солей хлорной кислоты, ядовитых для большинства земных организмов (тем не менее, некоторые виды микробов умудряются использовать их в своей жизнедеятельности).

Всего за время своей работы Phoenix Mars Lander получил и передал на Землю более 25 тыс. снимков, сделанных несколькими фотокамерами и одним атомным силовым микроскопом. В центры обработки информации поступили огромные массивы данных о химическом составе и механических свойствах образцов грунта и льда, найденных на поверхности Марса. Обработка этих данных только начинается, и, по словам главы научной программы миссии Питера Смита (Peter Smith), их хватит на многие годы, и принесут они еще немало научных открытий.

¹ ВПВ №6, 2008, стр. 20

«Метановые гейзеры» на Марсе?

Первые сообщения о наличии на Марсе метана (CH_4 — основной компонент «земного» природного газа) появились в 2004 г. Тогда международная группа ученых, используя телескоп Кекс-II, расположенный на потухшем вулкане Мауна-Кеа,¹ зарегистрировала присутствие этого газа в атмосфере Красной планеты. В том же году другая команда исследователей, проанализировав данные, собранные орбитальным аппаратом Mars Express, подтвердила наличие метана, а также установила неравномерность распределения этого газа в атмосфере. Однако доверие к результатам этой команды было подорвано тем, что полученные ею данные об открытии следов аммиака и формальдегида позже не подтвердились.

Группа планетологов под руко-

¹ ВПВ №4, 2007, стр. 4

водством Майкла Маммы (Michael Mumma) провела анализ наблюдений Красной планеты, производившихся телескопами на Гавайях и в Чили за последние четыре года. Им удалось установить, что концентрация метана в атмосфере Марса, рассчитанная в 2004 г., занижена в шесть раз. Кроме того, оказалось, что на поверхности планеты имеются участки, над которыми эта концентрация особенно высока. Они существуют в среднем менее года и представляют собой регионы интенсивного истечения газа диаметром несколько сотен километров.

Объяснений феномена «метановых гейзеров», по сути, может быть только два: вулканическое и биологическое. Первое из них маловероятно — недра Марса демонстрируют слишком низкий уровень активности. Но в таком случае метан могут производить микроорганизмы, обитающие на не-

большой глубине под слоем вечной мерзлоты. Когда концентрация газа становится критической, он просачивается сквозь трещины в смерзшемся грунте и вырывается «на свободу». Определить природу источников марсианского метана дистанционно не представляется возможным.

Разрешить этот вопрос поможет готовящийся к запуску марсоход Mars Science Laboratory (NASA). У этого аппарата на борту будут установлены приборы, которые не только смогут определить наличие метана, но и выяснить его изотопный состав. Большинство «производящих» этот газ земных организмов в продуктах своей жизнедеятельности содержат крайне мало углерода-13. Если и в марсианском метане его не обнаружится, это может стать косвенным подтверждением наличия жизни на Красной планете в настоящее время.

Драгоценное открытие MRO

Зонд Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) обнаружил на Марсе месторождения опала — минерала, который формируется из оксида кремния (кварца, кремнезема) при наличии жидкой воды. На Земле опал относится к классу полудрагоценных камней, но в данном случае открытие представляет собой особую ценность по другой причине. Возраст месторождений составляет два миллиарда лет. Следовательно, жидкая вода исчезла с поверхности Красной планеты не позже этого времени, что увеличивает продолжительность «водного» периода марсианской истории на миллиард лет — до последнего времени считалось, что Марс «высох»

около 3 млрд. лет назад. Это, в свою очередь, повышает вероятность того, что на соседней планете жизнь успела не только возникнуть, но и развиться до форм, которые смогут обнаружить будущие межпланетные миссии.

На склоне, снимки которого переданы орбитальным аппаратом, четко прослеживаются несколько слоев породы. Химический состав грунта был проанализирован спектрометром CRIS, установленным на борту MRO. Светлая осыпь рядом с полуразрушенным эрозией кратером оказалась богата гидратированным кремнеземом. Ранее на Марсе были обнаружены только два класса минералов, указы-

вающих на его «водное» прошлое — филлосиликаты, образующиеся при долговременном воздействии воды на изверженные породы, и сульфаты, остающиеся после испарения соленых озер. Первые из них появились не позже, чем 3,5 млрд. лет назад, вторые, как правило, имеют возраст около 3 млрд. лет. Как предполагают ученые, опалы могли возникнуть в результате размывания водой вулканических отложений или пород, выброшенных при метеоритных ударах. Похожий минерал, судя по всему, «раскопал» в мае 2007 г. марсоход Spirit.²

² ВПВ №6, 2007, стр. 24



Кратер со следами сильной эрозии

Породы, содержащие опал

100 м

Полет «Бурана» первый... и единственный

Эта страница в истории советской космонавтики вызывает, пожалуй, у всех, кто ее изучает, противоречивые чувства. С одной стороны — гордость за нашу страну, за ее очередные грандиозные успехи в деле покорения Вселенной. С другой стороны — горечь за наши несбывшиеся надежды, коих было немало.

А как хорошо все начиналось!

Александр Железняков

к.т.н., советник президента НПО «Энергия», Санкт-Петербург — Москва
специально для журнала «Вселенная, пространство, время»

Рождение «Бурана»

Корабль «Буран» был задуман как «ответ» на создание в США системы многоразового использования Space Shuttle.¹ Во главу угла советские конструкторы ставили решение оборонных задач, полагая (кстати, небезосновательно), что именно во-

енные цели преследовали американцы, разрабатывая свои «шаттлы». Это было вполне естественно: именно в 1970-е годы довольно активно велись разговоры о создании мощных лазеров, лучевого оружия и прочих видов вооружений, основанных на новых физических принципах. Для их испытания многоразовые корабли подходили практически идеально. Да и средства противодействия, опять же,

было удобнее отправлять в космос на борту именно таких кораблей.

Конечно, в ходе работ не забывались и вопросы «мирного освоения космоса». На многоразовые системы предполагалось возложить задачи вывода на околоземную орбиту космических аппаратов различного назначения и их обслуживания, доставки в космос модулей и персонала для сборки крупногабаритных конструкций и межпланетных комплексов, возвращения на Землю неисправных или выработавших свой ресурс спутников, освоения новых технологий, проведения различного

¹ ВПВ №9, 2006, стр. 5

Первый инженерно-проработанный немецкий проект пилотируемого воздушно-космического самолета для бомбардировки Нью-Йорка был предложен в 1944 г. Эйгеном Зенгером в сотрудничестве с математиком Иреной Бредт, впоследствии ставшей его женой. После старта с территории нацистской Германии «антиподный бомбардировщик Зенгера» должен был совершить одновитковый космический полет за счет многократного рикошетирования от верхних слоев земной атмосферы, «попутно» сбросив бомбу на Манхеттен. Именно этот проект, попав в 1945 г. вместе с другими военными трофеями в руки советских специалистов, дал толчок к изучению (под руководством М.Келдыша) авиационно-космических систем в СССР.

«Наш ответ» профессору Зенгеру — проект стратосферного самолета Келдыша, представленный в научно-техническом отчете РНИИ в 1947 г. Советские специалисты доказали, что принятые Зенгером характеристики двигателя и весовые параметры конструкции при тогдашнем уровне развития техники являлись несовместимыми. Для повышения усредненного (по полету) удельного импульса Келдыш предложил оснастить самолет двумя сбрасываемыми после использования ракетными двигателями в мотогондолах на концах крыла. В остальной конструкции самолета Келдыша повторяла немецкий прототип.



I — С 1965 г. в Советском Союзе в ОКБ-155 А.И.Микояна под руководством Главного конструктора ОКБ Глеба Евгеньевича Лозино-Лозинского разрабатывался проект двухступенчатого воздушно-орбитального самолета (в современной терминологии — авиационно-космической системы), получившего название «Спираль».

Для запуска орбитального самолета (ОС) в космос предлагалось создать воздушно-орбитальную систему, состоящую из многократного гиперзвукового самолета-разгонщика (ГСР) и военного ОС с ракетным ускорителем. Старт системы предусматривался горизонтальный. После набора необходимых скорости и высоты с помощью двигателей ГСР происходило отделение ОС, дальнейший разгон которого осуществлялся с помощью ракетных двигателей двухступенчатого ускорителя, работающих на фторо-водородном (F_2+H_2) топливе. Боевой пилотируемый одноместный ОС многократного применения мог использоваться в вариантах дневного фоторазведчика, радиолокационного разведчика, перехватчика космических целей или ударного самолета с ракетой класса «космос-Земля», а также для инспекции космических объектов.

II — Орбитальный самолет (ОС) представлял собой летательный аппарат длиной 8 м с шириной плоского фюзеляжа 4 м, выполненный по схеме «несущий корпус» и имеющий сильно затупленную оперенную треугольную в плане форму. В среде разработчиков и испытателей, благодаря своей форме, он получил прозвище «лапоток».

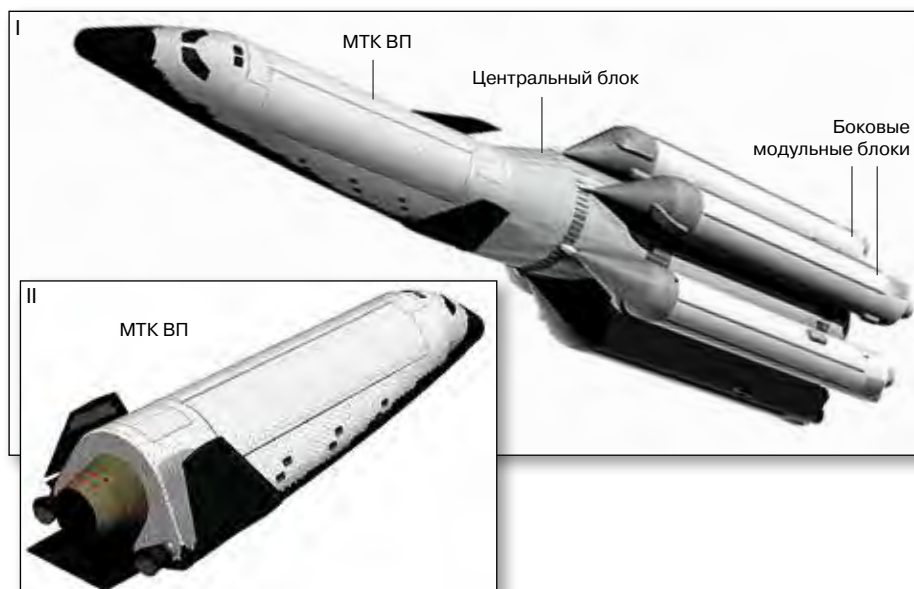


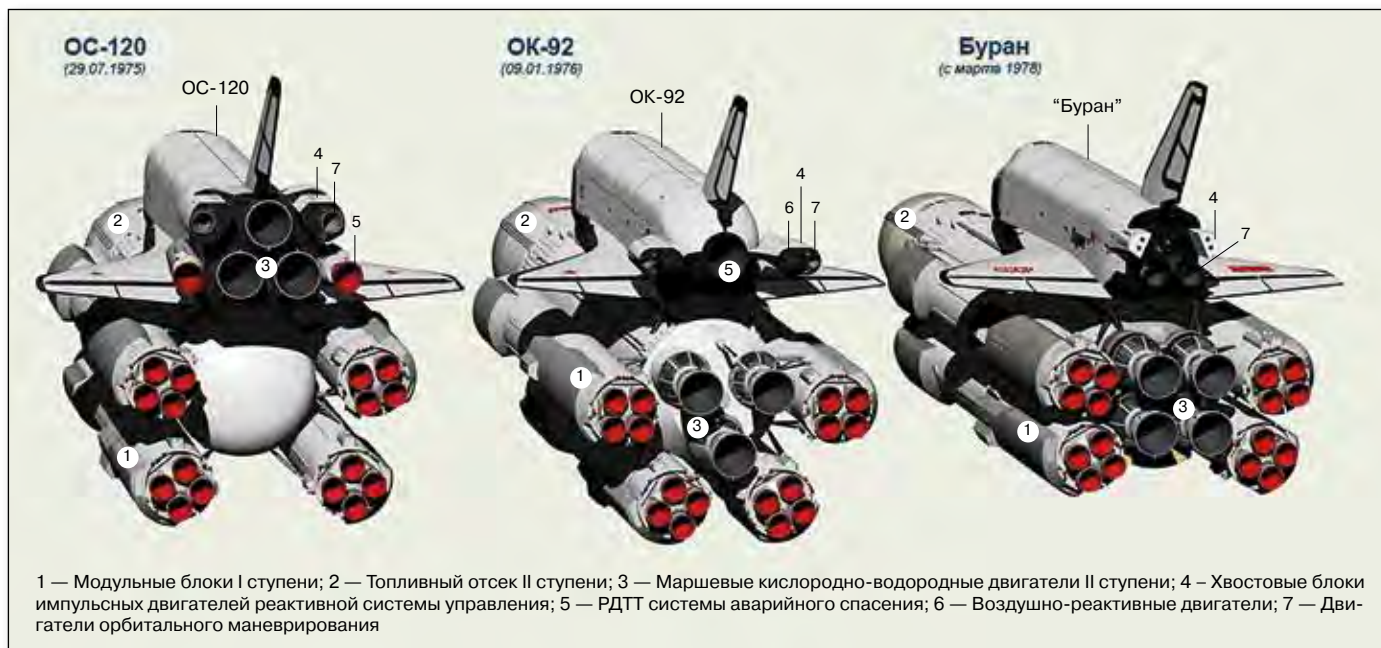
I — Параллельно с разработкой крылатого орбитального корабля (ОК), аналога американского шаттла, в НПО «Энергия» изучался другой вариант — МТК-ВП (Многократный транспортный корабль вертикальной посадки) массой около 90 тонн, конструктивно состоящий из передней носовой части конической формы с кабиной экипажа и блоком двигателей ориентации, цилиндрического грузового отсека большого объема в центральной части, и хвостового отсека с двигательной установкой и запасами топлива. МТК-ВП должен был выводиться на орбиту ракетой-носителем (РН) стартовой массой 2380 тонн, включающей в себя шесть боковых модульных блоков (с уменьшенным до 250 тонн запасом топлива) в качестве I ступени и центральный блок с кислородно-водородны-

ми ЖРД и рабочим запасом топлива 455 тонн в качестве II ступени. Наиболее важным преимуществом этого варианта явилась возможность крепления аппарата не сбоку РН, а сверху, на ее оси. Таким образом, упрощалась конструктивно-компоновочная схема ракетно-космического комплекса, а маршевые двигатели можно было убрать из хвостовой части ОК и поставить в нижнюю часть кислородно-водородного бака. Это позволяло убить сразу двух зайцев: улучшить устойчивость и управляемость корабля, изменив его центровку, и превратить всю транспортную систему в «классическую» РН с параллельным расположением ступеней и полезного груза в верхней части.

II — Многократный орбитальный корабль МТК-ВП

III — Под парашютными куполами аппарат снижается в горизонтальном положении. Остаточная вертикальная скорость гасится двигателями мягкой посадки, горизонтальная — при скольжении на выпускаемых лыжных шасси.





Окончательный облик «Бурана» возник не сразу.

Появившийся в 1975 г. первоначальный вариант многоразовой космической системы (МКС) с орбитальным кораблем ОС-120 был практически полной копией американского шаттла. Система состояла из четырех модульных блоков I ступени и II ступени — топливного отсека и орбитального самолета. В хвостовой части ОС-120 размещались три маршевых кислородно-водородных двигателя и две выступающих мотогондолы с двигателями орбитального маневрирования. Советский аналог шаттла получался тяжелее (стартовая масса 120 тонн, посадочная — 89) за счет размещения на пилонах в хвостовой части двух твердотопливных двигателей (РДТТ) системы аварийного спасения. 9 января 1976 г. Генеральный конструктор НПО «Энергия» Валентин

Глушко утверждает «Техническую справку», содержащую сравнительный анализ нового варианта орбитального корабля — ОК-92, который стал продолжением проекта ОС-120 и имел два принципиальных отличия: у него отсутствовали маршевые кислородно-водородные двигатели (они были перенесены на центральный блок РН), но появились два воздушно-реактивных двигателя (ВРД) для обеспечения возможности самостоятельных полетов в атмосфере. Эти и другие доработки, в конце концов, сделали «Буран» таким, каким его узнал весь мир осенью 1988 г. Был создан корабль с уникальными характеристиками, способный доставить на орбиту груз массой 30 тонн и вернуть на Землю 20 тонн. Имея возможность взять на борт экипаж из 10 человек, он мог выполнять весь полет в автоматическом режиме.

рода экспериментов и многое другое. Но в первую очередь на «Буран» все-таки возлагалось решение военных задач, чтобы не дать США обеспечить себе решающее преимущество в космосе.

К созданию «Бурана» в Советском Союзе приступили чуть позже, чем в США — к разработке «шаттлов». Первое правительственное постановление, касающееся его, появилось 27 декабря 1973 г. Оно предписывало разработать технические предложения в трех вариантах: ЦКБЭМ (так тогда называлась нынешняя ракетно-космическая корпорация «Энергия») — на основе лунной ракеты Н-1, ЦКБМ (ныне — ГКНПЦ им. М.В.Хруничева) — на базе РН «Протон», ОКБ Микояна — на базе «Спирали» и того же «Протона». Однако свертывание работ по «Спирали», а также аварии во время пусков Н-1 резко ограничили число вариантов. Это, в конечном счете, и определило облик будущего корабля.

Первоначальный вариант проекта орбитальной ступени — ОС-120 — появился в 1975 г. в томе 1Б («Техниче-

ские предложения») «Комплексной ракетно-космической программы», разработанной в НПО «Энергия». На тот момент советский корабль был практически полной копией американского, но тяжелее. «Избыточный вес» появился из-за наличия на пилонах хвостовой части двух твердотопливных двигателей системы аварийного спасения — для экстренного отделения корабля от топливного отсека.

Но ОС-120 был не единственным вариантом, который в тот момент рассматривали конструкторы. Параллельно изучалась возможность использования многоразового транспортного корабля вертикальной посадки (МТК-ВП) массой около 90 тонн. Основным его преимуществом являлось предполагаемое сокращение сроков на разработку за счет использования опыта по кораблю «Союз». МТК-ВП должен был запускаться с помощью одноразовой ракеты, а по завершении работы на орбите входить в плотные слои атмосферы, после чего совершать управляемый спуск и парашютную посадку на лыжи с использованием двигателей мягкой посадки.

В результате дальнейших исследований была принята самолетная схема корабля с горизонтальной посадкой. На этом настояли военные, которые считали, что именно эта схема лучше удовлетворяет требованиям, предъявляемым к многоразовой системе.

9 января 1976 г. Генеральный конструктор НПО «Энергия» Валентин Глушко утвердил «Техническую справку», содержащую сравнительный анализ нового варианта корабля ОК-92 с ОС-120. Новая машина имела по сравнению со своей «предтечей» два принципиальных отличия: у нее отсутствовали маршевые кислородно-водородные двигатели (они были перенесены на центральный блок носителя), но появились два воздушно-реактивных двигателя для обеспечения возможности самостоятельных полетов в атмосфере. Это диктовалось тем, что все аэродромы для «Бурана» были расположены на территории тогдашнего СССР, и «прямая» посадка на них могла производиться не со всех орбитальных витков.

Разработки НПО «Энергия» легли в основу постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 132-51 от 17 февраля 1976 г. «О создании МТКС в составе разгонной ступени, орбитального самолета, межорбитального буксира-корабля, комплекса управления системой, стартово-посадочного и ремонтно-восстановительного комплексов и других наземных средств, обеспечивающих выведение на северовосточные орбиты высотой 200 км полезных грузов массой до 30 тонн и возвращения с орбиты грузов массой до 20 тонн». Заказчиком работ выступало Министерство обороны СССР.

Основные тактико-технические требования к кораблю были сформулированы следующим образом:

- комплексное противодействие мероприятиям противника по расширению использования космического пространства в военных целях;

- решение целевых задач в интересах Министерства обороны, народного хозяйства и науки;

- проведение военно-прикладных исследований и экспериментов для обеспечения создания больших космических систем;

- выведение на орбиты, обслуживание на них и возвращение на Землю космических аппаратов, космонавтов и грузов.

Согласно постановлению, в Министерстве авиационной промышленности СССР было организовано НПО «Молния» под руководством Г.Е. Лозино-Лозинского. Новое предприятие и занялось созданием орбитального корабля. Оно же разрабатывало все средства обеспечения спуска в атмосфере и посадки.

Работы над «Бураном» развернули, что называется, на всех фронтах. Достаточно сказать, что в течение 18 лет над кораблем и носителем для него непосредственно трудилось более

миллиона человек на 1286 предприятиях и организациях 86 министерств и ведомств Советского Союза. Были задействованы крупнейшие научные и производственные центры страны. Общие затраты на программу по состоянию на начало 1992 г. оцениваются в 16,4 млрд. рублей.

Окончательный эскизный проект утвердил В.П.Глушко 12 декабря 1976 г. Уже в марте 1978 г. был выпущен технический проект и началась разработка конструкторской документации.

Конструкция корабля

Как отмечалось выше, советский «Буран» был схож со своим заокеанским «собратом». Хотя любой специалист даже во внешнем виде разглядел бы принципиальные отличия двух машин.

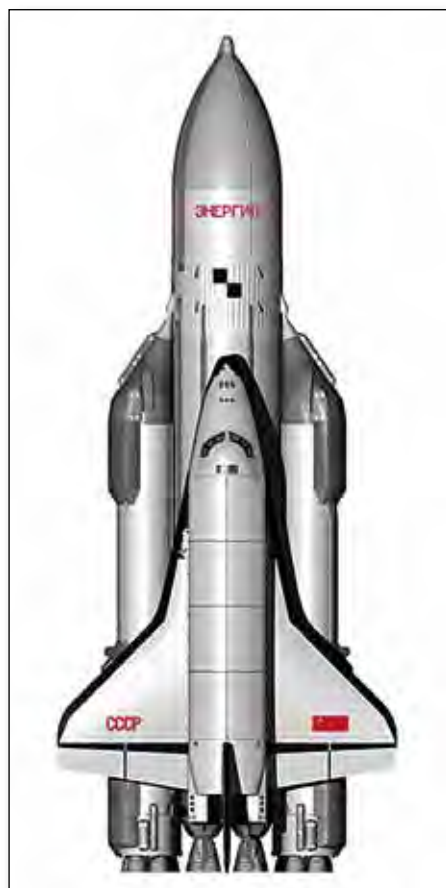
Длина «Бурана» составляла 35,4 м, высота — 16,5 м (при выпущенном

«БУРАН» — советский крылатый орбитальный корабль (ОК) многоцелевого использования. Предназначался для решения ряда оборонных задач, выведения на орбиту вокруг Земли различных объектов и их обслуживания; доставки модулей и персонала для сборки крупногабаритных орбитальных сооружений и межпланетных комплексов; возврата на Землю неисправных или выработавших свой ресурс спутников; освоения оборудования и технологий космического производства и доставки на Землю продукции этого производства; выполнения других грузопассажирских перевозок по маршруту «Земля-космос-Земля».

Разработка ОК «Буран» продолжалась более 10 лет. Первому запуску предшествовал большой

объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию корабля, включавший обширные теоретические и экспериментальные исследования аэродинамических, акустических, теплофизических, прочностных и других характеристик ОК, моделирование работы систем и динамики полета, разработку новых материалов, отработку методов и средств автоматической посадки на самолетах — летающих лабораториях. Проводились летные испытания в атмосфере пилотируемого самолета-аналога БТС-02 (в моторном варианте), натурные испытания теплозащиты на экспериментальных аппаратах БОР-4 и БОР-5, которые выводились на орбиту и возвращались с нее методом аэродинамического спуска. БОР-4 был моделью-аналогом боевого орбитального самолета «Спираль». Эти аппараты выводились на орбиту под индексами «Космос» с номерами 1374, 1445, 1517 и 1614.

Полеты кораблей БОР-5 — моделей-аналогов «Бурана» — были суборбитальными. Всего с 1984 г. было произведено пять пусков. Дальность от точки старта до приземления составляла около 2000 км.



шасси), размах крыльев — около 24 м, площадь крыла — 250 м². Стартовая масса корабля достигала 105 тонн. Он позволял доставлять на орбиту до 30 тонн грузов, а возвращать с орбиты — примерно вдвое меньше.

«Буран» был выполнен по самолетной схеме, представлявшей собой «бесхвостку» с низкорасположенным треугольным крылом двойной стреловидности по передней кромке. Аэродинамические органы управления включали элевоны, балансировочный щиток в хвостовой части фюзеляжа и руль направления, который, «расшепелясь» по задней кромке, выполнял также функции воздушного тормоза. Посадку «посамолетному» обеспечивало трехопорное (с носовым колесом) выпускающееся шасси.

В носовой части корабля размещалась герметичная вставная кабина объемом 73 м³ для экипажа (2-4 человека) и пассажиров (до 6 человек), а также отсеки бортового оборудования и носовой блок двигателей управления.

Среднюю часть занимал грузовой отсек с открывающимися вверх створками, в котором были установлены манипуляторы для выполнения погрузочно-разгрузочных и монтажно-сборочных работ и различных операций по обслуживанию космических объектов. Под грузовым отсеком расположились агрегаты систем энергоснабжения и обеспечения температурного режима.

В хвостовом отсеке находились агрегаты двигательной установки, топливные баки, агрегаты гидросистемы.

В конструкции «Бурана» широко использовались алюминиевые сплавы, титан, сталь и другие материалы. Чтобы противостоять аэродинамическому нагреванию при спуске с орбиты, внешняя поверхность корабля имела теплозащитное покрытие, рассчитанное на многократное использование. На менее подверженную нагреву верхнюю часть установили гибкую теплоизоляцию, а остальные поверхности были «облицованы» защитными плитками, изготовленными на основе волокон кварца и выдерживающими температуру до 1300°C.

Запуск «Бурана» планировали осуществить с помощью универсальной двухступенчатой ракеты-носителя «Энергия», к централь-

ному блоку которой орбитальный корабль крепился пирозамками. Стартовая масса системы составляла 2400 тонн, из которых 90% приходилось на топливо. Двигатели 1-й и 2-й ступеней носителя запускались практически одновременно и развивали суммарную тягу 34840 килоньютонов, что обеспечивало вывод корабля на начальную околоземную орбиту высотой около 150 км. Довыведение осуществлялось с помощью собственных двигателей «Бурана». Расчетная высота опорной орбиты составляла 250 км (при грузе 30 тонн и заправке топливом 8 тонн). При запасах топлива в количестве 14 тонн был возможен переход на орбиту высотой 450 км с грузом 27 тонн.

При отказе одного из маршевых двигателей 1-й или 2-й ступени носителя на этапе выведения бортовой компьютер «выбирал» — в зависимости от набранной высоты — вариант выхода орбитального корабля на низкую орбиту или же на одновитковую траекторию полета с последующей посадкой на одном из запасных аэродромов. Был также возможен вариант, когда ракета с кораблем выводилась на курс возврата в район старта с последующим отделением «Бурана» и посадкой его на основной аэродром. При нормальном запуске 2-я ступень носителя, конечная скорость которой оставалась меньше первой космической, продолжала полет по баллистической траектории до падения в Тихий океан.

Для схода с орбиты «Буран» должен был развернуться двигателями газодинамического управления на 180° (хвостом вперед), после чего на непродолжительное время включались основные двигатели и сообщали ему необходимый тормозной импульс. После этого корабль снова разворачивался на 180° (носом вперед) и выполнял планирование с большим углом атаки. До высоты 20 км осуществлялось совместное газодинамическое и аэродинамическое управление, а на заключительном этапе полета

— только аэродинамическое. Конструкция «Бурана» обеспечивала ему достаточно высокое аэродинамическое качество, позволявшее осуществить управляемый планирующий спуск, выполнить на трассе спуска боковой маневр протяженностью до 2000 км для выхода в зону аэродрома посадки, произвести необходимое предпосадочное маневрирование и совершить посадку на аэродром.

Для расширения эксплуатационных возможностей «Бурана» предусматривалось использование трех штатных посадочных полос: на космодроме Байконур, а также в восточной (пос. Хороль Приморского края) и западной (г. Симферополь) частях страны.

Испытательный полет

В декабре 1985 г. «Буран» был доставлен на Байконур, где проходило его дооснащение и проводились автономные испытания. 9 мая 1988 г. корабль пристыковали к ракете-носителю «Энергия» № 1Л (первая летная, бортовой номер Л1501Л). Вскоре космическая система прибыла на старт. Первый испытательный полет был запланирован на июнь 1988 г.



Многократная космическая система «Энергия-Буран» на старте.

Вне участков орбитальных маневров для соблюдения теплового режима ОК двигался, отвернувшись темным днищем от Солнца. (Иллюстрация).



Иллюстрация с сайта www.buran.ru

В 9 часов 24 минуты 42 секунды — всего на секунду раньше расчетного времени — после выполнения орбитального полета и прохождения почти 8000 км в верхних слоях атмосферы «Буран», борясь с сильным встречно-боковым ветром, мягко коснулся взлетно-посадочной полосы и после небольшого пробега в 9 часов 25 минут 24 секунд замер в ее центре. Над ним, прощаясь, пронесся самолет сопровождения...>



Однако его пришлось отложить.

Официальной причиной отсрочки стала рассогласованность систем управления, что выявилось при проведении испытаний. Но, как указывается в фундаментальном труде «Мировая пилотируемая космонавтика» (М.: РТСофт, 2005), «была еще

одна, засекреченная причина». Оказалось, что солдат-стройбатовец бляхой ремня нацарапал на плитках теплозащитного покрытия надпись: «ДМБ-89».² Ремонт плиток на старте

² По другой версии, на плитках «расписался» штык-ножом солдат караульной службы.

выполнить не удалось, и корабль вернулся в монтажно-испытательный корпус.

На стартовый стол система «Энергия-Буран» возвратилась только 10 сентября 1988 г. Новой датой старта стало 29 октября. Но и тогда корабль не смог «уйти» в космос. За 51 секунду до пуска предстартовый отсчет

был остановлен из-за неотделения от носителя платформы прицеливания. Пришлось сливать топливо, проводить новый цикл проверок, снова переносить старт...

Кстати, октябрьский пуск «Бурана» хотели приурочить к визиту на космодром тогдашнего Генерального секретаря ЦК КПСС М.С.Горбачева. Михаил Сергеевич на космодром прибыл, но стать очевидцем исторического события не смог. А следующую попытку пуска запланировали на 15 ноября. И с третьего раза «советский шаттл» все-таки взлетел.

Задачами первого полета «Бурана» были продолжение летных испытаний носителя и проверка орбитального корабля на наиболее напряженных участках полета — выведения и спуска с орбиты. При разработке программы полета рассматривались два варианта: трехсуточный и двухвитковый. При первом из них можно было бы решить большее число задач. Но к тому моменту еще не были отработаны операции открытия створок грузового отсека, а в системе управления отсутствовал блок командных приборов. Да и энергоустановка на основе топливных элементов не была готова. Поэтому решили остановиться на двухвитковом варианте. Тем более что в ходе кратковременного полета все равно удавалось выполнить основные «пун-

кты программы» — взлет и посадку.

Старт состоялся точно по графику — 15 ноября 1988 г. в 06:00 по московскому времени. Через 8 минут корабль отделился от носителя, а еще через 3,5 минуты были включены двигатели «Бурана» и началось его довыведение. Спустя 46 минут после старта он вышел на рабочую орбиту высотой 251×263 км.

Краткость полета не позволяла провести какие-либо «существенные» эксперименты. Поэтому ограничились четырьмя сеансами связи, включая передачу на борт информации, необходимой для посадки.

На втором витке «Буран» начал готовиться к снижению: перезагрузилась оперативная память бортовых компьютеров, включились насосы перекачки топлива из носовых баков в кормовые для обеспечения посадочной центровки.

В 08:20 по московскому времени двигатели корабля были включены на торможение. В этот момент он находился над Тихим океаном. Через 20 минут, уже над Атлантикой, «Буран» вошел в атмосферу.

На высоте 50 км и на удалении 550 км от аэродрома корабль «вышел на связь» со станцией слежения. Дальнейший атмосферный полет осуществлялся по командам автоматической системы посадки,

размещенной на космодроме Байконур. Система с большой точностью вывела «Буран» на посадочную полосу и в 09:24:42 по московскому времени, всего на одну секунду раньше расчетного срока, «посадила» корабль. Это был первый опыт подобного рода для кораблей многоразового использования. Кстати, достижение «Бурана» не повторено до сих пор — американцы как сажали свои «шаттлы» вручную, так и будут их сажать до вывода из эксплуатации, намеченного на 2010 г.

Несбывшиеся надежды

План дальнейших испытаний советского многоразового корабля выглядел следующим образом:

IV квартал 1991 г. — полет 2К1 (первый старт второго экземпляра «Бурана») с модулем дополнительной нагрузки продолжительностью двое суток;

I-II квартал 1992 г. — полет 2К2 (второй старт второго экземпляра) длительностью 7-8 суток со штатным грузом на борту и последующей стыковкой со станцией «Мир» в автоматическом режиме;

1993 год — полет 1К2 (второй старт первого «Бурана») длительностью 15-20 суток со штатным грузом на борту.



Все перечисленные экспедиции предполагалось совершить в беспилотном варианте. И лишь во время пятого полета (в ходе него на орбиту должен был выйти третий экземпляр «Бурана») места в кабине заняли бы космонавты.

В дальнейшем количество полетов кораблей многоразового использования должно было возрастать год от года. Существенно увеличивалась бы и масса доставляемых на орбиту грузов. Планировалось подготовить и запустить с их помощью серию межпланетных станций (как это в конце 80-х годов неоднократно делали американцы). Для космических экспедиций на «Буране» в составе экипажей готовили 10 военных и 11 гражданских космонавтов, вне экипажей проходили подготовку 6 бортинженеров и 13 пилотов (в том числе четверо французских)...

Но этим грандиозным планам не суждено было сбыться. Уже в 1989 г., когда стали проявляться первые признаки грядущей политической и экономической катастрофы, руководство советской космической программы приняло решение существенно уменьшить и число орбитальных ступеней (три вместо пяти, которые изначально предполагалось изготовить), и количество испытательных полетов (5 вместо 10),

и перечень грузов, доставляемых в космос с помощью «Бурана».

Дальнейшее обострение ситуации в стране привело к тому, что «поплыли» сроки второго испытательного полета. Сначала его перенесли на 1992 г., причем во время этого полета планировали выполнить программы 2К1 и 2К2 первоначального графика. Потом был «путч», развал СССР, либерализация цен, растянувшиеся на годы «временные экономические трудности» и тому подобное. В результате следующий полет «Бурана» «отодвинули» на 1993 г., потом на 1994-й... Но в 93-м программу «Буран» решили закрыть.

В последующие годы не раз возникали разговоры о возврате к программе создания кораблей многоразового использования. Предлагалось это сделать и силами только России, и совместно с Казахстаном и Украиной, и Казахстан, в собственности которого оказались все «осколки» программы, единолично «замахивался» на этот проект. Но все разговоры ни к чему конкретному не привели. А сегодня, когда американцы отказываются от своих космических «челноков», трудно представить, чтобы в Российской Федерации «пошли другим путем». Поэтому и приходится сожалеть о несбывшихся надеждах. И гордится, что и мы смогли сделать что-то такое, что не забывается «двадцать лет спустя». ■

Будущее многоразовых систем

I — Многоцелевая авиационно-космическая система (МАКС) — двухступенчатый комплекс воздушного старта, состоящий из самолета-носителя (модифицированный Ан-225 «Мрия» разработки АНПК им. О.К. Антонова, Украина), на котором устанавливается орбитальный самолет в пилотируемом или беспилотном варианте, или же грузовой контейнер, оснащенный подвесным баком. Разработка велась с начала 1980-х гг. под руководством Г.Е. Лозино-Лозинского (1909-2001) в НПО «Молния».

Система может базироваться на обычных аэродромах 1 класса, дооборудованных необходимыми наземным техническим и посадочным комплексом, а также средствами заправки компонентами топлива. Она в основном вписывается в существующие средства наземного комплекса управления космическими системами. Основные элементы МАКС — многоразовые (кроме внешнего топливного бака и блока выведения). Для выведения грузов в космос эта система является наиболее осуществимой и потенциально самой экономичной. Именно поэтому, в случае успешной реализации, МАКС длительное время может доминировать на мировом космическом рынке пусковых услуг.

15 февраля 2008 г. в Посольстве Украины в Российской Федерации прошел второй Круглый стол на тему «Выбор основных приоритетов развития аэрокосмической отрасли. Перспективные направления развития авиационно-космических нанотехнологий». Во время этой встречи, в частности, рассматривался вопрос о формировании организационно-финансовых предпосылок для начала реализации комплексного проекта МАКС.

II — «Клипер» — многоцелевой пилотируемый космический корабль, проектируемый в РКК «Энергия» с 2000 г. Он имеет возвращаемую капсулу, используемую до 25 раз, которая после аэродинамического торможения в атмосфере осуществляет вертикальный спуск на парашютах. Существует и крылатый вариант корабля, при котором аппарат может совершать посадку на аэродром. «Клипер» может доставлять на орбиту 6 человек и до 700 кг полезного груза («Союз» — только 3 человека и 200 кг груза). В настоящее время это единственный российский проект по созданию многоразового орбитального блока, находящийся на стадии реализации. По самым оптимистическим прогнозам (при наличии финансирования) он может быть в основном завершен к 2015 г.

Украина: международное сотрудничество

30 октября 2008 г. Верховная Рада Украины приняла Закон «О ратификации Соглашения между Правительством Украины и Европейским космическим агентством по сотрудничеству в использовании космического пространства в мирных целях».

Украина и Индонезия заключили межправительственное соглашение о сотрудничестве в сфере исследования и использования космического пространства в мирных целях. Документ, подписанный 6 ноября 2008 г. в ходе визита в Индонезию украинской делегации НКАУ, определяет, в частности, направления сотрудничества в области разработки ракетных технологий (на начальном этапе — метеорологических ракет), спутниковых технологий (микроспутники), а также в сфере дистанционного зондирования Земли.

Завершен полет «Союза ТМА-12»

24 октября в 03:37:10 UTC (07:37:10 мск) спускаемый аппарат корабля «Союз ТМА-12» с космонавтами Сергеем Волковым, Олегом Кононенко и космическим туристом Ричардом Гэрриоттом (Richard Garriott¹) на борту совершил мягкую посадку на территории Казахстана, в 89 км севернее г. Аркалык. Самочувствие космонавтов нормальное. Продолжительность полета С. Волкова и О. Кононенко составила 198 суток 16 часов 20 минут.² Р. Гэрриотт пробыл в космосе 11 суток 20 часов 35 минут.

¹ ВПВ №10, 2008, стр. 25

² ВПВ №5, 2008, стр. 18



Endeavour, миссия STS-126

Американский корабль многоразового использования Endeavour (программа полета STS-126 — ISS-ULF2) с семью астронавтами на борту стартовал из Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал в 19:55 по местному времени 14 ноября (00:55 UTC 15 ноября). Основная задача миссии — дооснащение МКС с целью расширения ее постоянного экипажа с трех до шести человек. Запуск шаттла состоялся в двадцатую годовщину единственного полета в космос советского космического челнока «Буран».

Командир корабля — Кристофер Фергюсон (Christopher John Ferguson), пилот Эрик Боу (Eric Allen Voe), специалисты миссии — Стивен Боуэн (Stephen Bowen), Роберт Кимброу (Robert Kimbrough), Хайдемари Стефанишин-Пайпер (Heidemarie Stefanyshyn-Piper) и Дональд Петтит (Donald Pettit). Седьмая участница экспедиции — Сандра Магнус (Sandra Magnus) — должна заменить бортинженера в постоянном экипаже МКС.

На станции гостей ожидали члены 18-й экспедиции в составе командира Майкла Финке (Edward Michael Fincke), Юрия Лончакова и Грегори Шамитоффа (Gregory Chamitoff). Последнего как раз и сменил Сандра Магнус. Грегори вернется домой на «челноке».

Миссия STS-126 получила название «Экстремальный ремонт». В ходе 15-дневной экспедиции шаттла должно состояться четыре выхода в открытый космос.

Среди прочего, астронавты попытаются устранить неполадки в шарнире солнечных батарей правого борта, на котором они поворачиваются к Солнцу. Заодно будет выполнен аналогичный ремонт и шарнира левого борта. После изучения возникшей проблемы специалисты NASA решили заменить несколько деталей шарниров, очистить их от стружки и как следует смазать.

Все ремонтное оборудование расположено внутри модуля Leonardo, находящегося в грузовом отсеке Endeavour. На время пребывания шаттла в составе МКС этот

модуль пристыкуют к станции, а по окончании совместного полета вернут обратно в «челнок».

Внутри станции предстоит установить три новых спальных места, второй туалет и дополнительные тренажеры. Важнейшей частью груза, доставленного на МКС, является система переработки урины (мочи) и конденсата выдыхаемой влаги в питьевую воду. Эта система позволит получать до 23 литров воды в день путем фильтрации и окисления. Последний этап предусматривает деионизацию и добавление йода для контроля уровня микроорганизмов. Сейчас воду приходится доставлять на станцию с Земли, и каждый ее литр обходится более чем в 10 тыс. долларов. В итоге ежегодная экономия может составить \$600 тыс.

Планируется, что уже к маю следующего года МКС должна быть готова поддерживать жизнедеятельность постоянного экипажа в составе шести человек.

По материалам NASA



Многоцелевой модуль снабжения Leonardo в грузовом отсеке шаттла Endeavour

«Общество планеты Земля» предлагает новой администрации США план освоения космоса

13 ноября организация «Общество планеты Земля» выпустило свой вариант плана освоения космического пространства для дальнейшего рассмотрения администрацией президента и Конгрессом США. Документ, названный «Кроме Луны: план освоения космического пространства человеком в XXI веке», призывает США создать, совместно с международными партнерами, космическую программу, которая будет выполняема в условиях текущей экономической ситуации.

Основные элементы предложенного плана:

- сконцентрировать усилия для осуществления пилотируемых полетов на Марс;

- в первую очередь выделить средства для создания межпланетных транспортных систем и РН для доставки грузов на орбиту (взамен шаттлов), следующим этапом рассматривать программу возвращения человека на Луну;

- углубить и ускорить исследование глобального изменения климата за счет увеличения ассигнований на программы по исследованию Земли из космоса;

- реализовать пилотируемую миссию к астероиду, пролетающему в окрестностях Земли, включая посадку на его поверхность.

Один из ключевых выводов, сделанных участниками семинара, звучит так: целью космических программ должен стать Марс. Луна может рассматриваться как промежуточный шаг, но при этом следует соблюдать осторожность, поскольку лунные проекты могут поглотить слишком много средств, серьезно «затормозив» освоение космоса. К тому же посадка астронавтов на Луну уже была проведена 40 лет назад, и сегодня этот проект не так интересен для общественности.

SpaceDaily

New Horizons: тысяча дней полета

15 октября 2008 г. группа управления полетом американского межпланетного зонда New Horizons, летящего к Плутону, отметила очередной рубеж миссии — 1000 дней полета. К настоящему времени аппарат удалился от Земли на расстояние 11,52 а.е. и движется между орбитами Сатурна и Урана. Расстояние до Плу-

тона составляет 20,36 а.е. Зонд был запущен 19 января 2006 г., а к своей цели главной цели прибывает в июле 2015 г.

NASA



КА New Horizons (Иллюстрация)

NASA

Ares полетит на год раньше срока

Первый полет новой ракеты-носителя Ares может состояться на год раньше срока. Об этом сообщил руководитель программы Constellation («Созвездие») Джефф Хенли (Jeff Hanley). По словам Хенли, если новый президент США примет решение об ускорении программы, то первый старт можно будет передвинуть с 2015 на 2014 г.

Как сообщает пресс-релиз на официальном сайте NASA, жидкостный реактивный двигатель J-2X для будущей ракеты Ares прошел освидетельствование специальной комиссии, в состав которой вошли инженеры и представители администрации. Очередная серия испытаний J-2X завершилась в августе 2008 года. Предполагается, что двигатель будет установлен на второй ступени носителя, разрабатываемой в настоящее время. В отличие от первой ступени, которая по своей схеме является почти точной копией твердотопливного двигателя, используемого для запуска шаттлов, она является новой разработкой. Испытания первой ступени должны начаться в июле 2009 г., а первый тестовый запуск ракеты состоится в 2010 г. Согласно выводам комиссии, подготовка к нему идет по плану.

Инженеры в очередной раз заявили, что NASA не намерена пересматривать конструкцию носителя Ares (на его разработку уже потрачено три года). О подобной крайней мере заговорили после появления сообщений о конструктивных недостатках будущей ракеты — например, о том, что при старте возникают опасные вибрации, способные нанести вред здоровью астронавтов. Имелись также опасения, что небольшой порыв ветра может привести к столкновению ракеты со стартовой площадкой.

NASA



РН Ares I (Иллюстрация)

NASA/MSC

Авария на коллайдере

Неделя после пробного включения Большого адронного коллайдера (LHC) прошла очень неровно. Первый запуск протонных пучков в ускорительное кольцо был осуществлен 10 сентября. Физикам почти сразу удалось заставить протоны совершить несколько оборотов по круговой траектории внутри ускорителя, а уже на следующий день стабильный пучок циркулировал непрерывно. Чуть позже была успешно проведена синхронизация пучка с ускорительной секцией — важный этап на пути к дальнейшему ускорению протонов до высоких энергий. Но затем одна за другой стали возникать технические проблемы. В ночь на 13 сентября в системе охлаждения ускорителя, неоднократно вызывавшей беспокорство еще на этапе предварительных тестов, произошла поломка. Вышел из строя 30-тонный трансформатор, из-за чего упало напряжение в криогенной системе сектора и температура подскочила до 4,5 К — то есть до температуры кипения гелия. С трудом гелий удалось удержать в жидком состоянии, а трансформатор 14 сентября был заменен на запасной.

Однако параллельно с поломкой трансформатора возникли неполадки в системе охлаждения других секторов ускорителя, в результате чего LHC простаивал «без пучков» до вечера 18 сентября. В этот день пучок $\square 1$ (движущийся по часовой стрелке) был запущен в ускоритель. Ночью и утром следующего дня проводились рутинные проверки и измерения, но примерно в полдень 19 сентября случилось новое происшествие. Один из магнитов в секторе 34 перешел из сверхпроводящего состояния в нормальное с мгновенной потерей тока. Из-за дефектного электрического контакта произошло локальное разрушение трубы с жидким гелием. Поскольку система охлаждения на LHC многослойная, гелий попал во внутреннюю вакуумную трубу и моментально вскипел, что привело к резкому повышению давления и механическим повреждениям следующего слоя изоляции и внутрен-

ней поверхности трубы. После этого гелий вышел наружу, в туннель. Всего было потеряно 1-2 тонны дорогого инертного газа (около 1% его общего запаса на LHC), но при огромных средствах, выделенных на проект, восполнить запасы не составит труда. В результате на большом участке сектора температура заметно возросла, и примерно в сотне поворотных магнитов сработала система безопасного выхода из сверхпроводящего состояния. Никаких последствий для самого туннеля авария не имела.

Для починки криогенной системы нужно было повысить температуру этого участка ускорительного кольца и затем охладить его вновь. После того, как температуру подняли, измерения показали, что в нескольких десятках магнитов внутренности сдвинулись относительно криостата (охлаждающей и поддерживающей оболочки) более чем на 5 мм, а в отдельных случаях сами криостаты были сорваны со своих креплений и сдвинулись на десятки сантиметров. Для ремонта потребуется поднять на поверхность около полусотни магнитов и так называемых коротких прямых участков (Short Straight Sections). Кроме того, оказалось, что на внутренних стенках вакуумной трубы осели частички меди и нержавеющей стали, а также стекловолокна, выброшенные в вакуумную трубу в момент аварии. Частицы достаточно крупные (размером в десятки микрон), и от них необходимо избавиться, т.к. они будут мешать движению протонных пучков.

Поскольку из-за аварии на LHC все эксперименты с пучками, запланированные на 2008 г., были отменены, физикам, работающим на четырех основных детекторах Большого адронного коллайдера (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb), пришлось менять план работ на ближайшие месяцы. Несмотря на то, что все детекторы уже собраны и в целом готовы к приему и анализу результатов столкновений протонов, они все еще находятся в очень «сыром» состоянии. В некоторых компонентах детекторов имеются небольшие поломки

или недоделки, которые необходимо найти и ликвидировать.

2 октября на заседании специальной комиссии детектора ATLAS было принято решение вскрыть детектор после инаугурации LHC, состоявшейся 21 октября. После того, как был открыт доступ в детекторный зал, обнаружилось, что часть системы покрыта толстым слоем льда. К счастью, эту неприятность быстро устранили — ее причиной стал плохо закрытый кран. Однако затем появились проблемы по-серьезнее. Еще с августа отмечалось, что система охлаждения дает небольшую течь сразу в нескольких местах. Вначале это казалось мелким дефектом, но вышедший две недели назад отчет отобразил реальное положение дел. Выяснилось, что причиной являются многочисленные трещины, образовавшиеся в деталях компрессоров. Эти компрессоры предназначены для сжатия хладагента, возвращающегося по трубам от детектора, и поэтому из-за перепада давления они испытывают постоянные вибрации, превышающие допуски, заложенные при конструировании системы охлаждения. То есть компрессоры банально изнашиваются, причем с большой скоростью. На устранение неполадок детектора ATLAS выделено время до конца марта 2009 г. Затем он вновь будет собран, после чего примерно месяц продлится его общее тестирование. Инженеры рассчитывают, что к маю 2009 г, когда, возможно, возобновятся эксперименты с пучками, детектор будет полностью готов к работе.

Короче говоря, Большой адронный коллайдер сейчас плохо подготовлен к тем великим подвигам на ниве науки, которых от него ожидали. Вероятно, изначально была поставлена задача «не испортить шоу» запуску первого пучка даже в ущерб состоянию оборудования — и, судя по развитию событий, подобная топорливость оказалась совершенно неуместной при вводе в строй столь сложной установки.

Небесные события января

Ближе к Солнцу. 3 января наша планета окажется в перигелии — ближайшей к Солнцу точке своей орбиты. Видимый диаметр дневного светила достигнет максимального значения (32'32"); расстояние до него составит 147 млн. км.

Январские метеоры. Квадрантиды — метеорный поток, радиант которого расположен в «упраздненном» созвездии Стенного Квадранта — последние несколько лет радуют наблюдателей повышенной активностью. Пик потока очень узкий, он длится обычно не более 3 часов и придется на вечер 3 января. В это время в течение часа можно увидеть до 100 «падающих звезд» (но чаще — около 50-60).

Луна в Плеядах. Рассеянное звездное скопление М45, более известное как «Плеяды» — второй по яркости объект этого класса в северном полушарии небесной сферы (и самый яркий в каталоге Мессье) — время от времени частично скрывается за лунным диском. Хотя это скопление и выглядит на небе компактным «ковшиком», его угловой поперечник достаточно велик, и наш естественный спутник не может закрыть его целиком. Вечером 7 января Луна «пройдет» по северной части Плеяд. В Европе оккультация будет наблюдаться на темном небе,

высоко над горизонтом; в западной Азии условия видимости несколько хуже, там явление закончится 8 января после полуночи.

Наблюдаем Гармонию. Астероид главного пояса Гармония (40 Harmonia) имеет слабо вытянутую орбиту — ее эксцентриситет вдвое меньше, чем у Марса. Поэтому блеск этой 100-километровой малой планеты от оппозиции к оппозиции меняется незначительно. В этом году Гармония окажется в противостоянии 12 января, при этом она будет видна в созвездии Близнецов (примерно в 4° южнее его самой яркой звезды Поллукс) и станет объектом, весьма удобным для наблюдений в средних широтах Северного полушария.

Вечерняя видимость «Утренней звезды». Ближайшая планета (и одновременно самое яркое после Солнца и Луны «регулярно видимое» небесное тело) 15 января пройдет максимальную восточную элонгацию — ее будет отделять от Солнца угловое расстояние в 47°. В такие моменты Венера выглядит как сверкающий «полумесец», а условия ее видимости наиболее благоприятны. Детали облачного покрова планеты лучше всего различимы в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах.

Календарь астрономических событий (январь 2009 г.)





- 1 20^h Сатурн (0,9^m) проходит точку стояния
- 2 13^h Луна (Ф = 0,30) в 3° севернее Урана (5,9^m)
- 3 9^h Земля в перигелии, в 0,9833 а.е. (147,1 млн. км) от Солнца
Максимум активности метеорного потока Квадрантиды (до 60 метеоров в час; радиант: α = 15^h20^m, δ = +50°)
- 4 11:55 Луна в фазе первой четверти
13^h Меркурий (-0,5^m) в наибольшей восточной элонгации (19°21')
- 7 0-1^h Луна (Ф = 0,76) закрывает звезду ε Овна (4,6^m). Явление видно на крайнем севере Европы
17-19^h Луна (Ф = 0,83) закрывает северную часть звездного скопления Плеяды для наблюдателей Европы и западной половины азиатской части РФ
- 9 16-17^h Луна (Ф = 0,97) закрывает звезду 139 Тельца (4,8^m). Явление видно в северной Европе (примерная граница касательного покрытия — линия Москва-Пермь) и северо-западной Азии
- 10 8-10^h Луна (Ф = 0,99) закрывает звезду ε Близнецов (3,0^m) для наблюдателей Забайкалья и Дальнего Востока
11^h Луна в перигее (в 357498 км от центра Земли)
- 11 3:27 Полнолуние
- 12 Астероид Гармония (40 Harmonia, 9,6^m) в противостоянии
- 13 18^h Луна (Ф = 0,90) в 2° южнее Регула (α Льва, 1,3^m)
- 15 7^h Луна (Ф = 0,78) в 6° южнее Сатурна (0,9^m)
9^h Венера (-4,4^m) в наибольшей восточной элонгации (47°07')
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды V Единорога (6,0^m)
- 17 18^h Луна (Ф = 0,53) в 3° южнее Спика (α Девы, 1,0^m)
- 18 2:45 Луна в фазе последней четверти
- 20 22-23^h Луна (Ф = 0,24) закрывает звезду π Скорпиона (2,9^m). Явление видно в Забайкалье
- 22 21^h Венера (-4,5^m) в 1° севернее Урана (5,9^m)
- 23 0^h Луна (Ф = 0,10) в апогее (в 406115 км от центра Земли)
- 24 6^h Юпитер (-1,9^m) в верхнем соединении, в 0,5° южнее Солнца
- 26 7:55 Новолуние
- 29 21^h Луна (Ф = 0,12) в 4° севернее Урана
- 30 9^h Луна (Ф = 0,15) в 2° севернее Венеры
10-11^h Луна (Ф = 0,16) закрывает звезду λ Рыб (4,5^m) для наблюдателей Забайкалья и Дальнего Востока



Дмитрий Ардашев

Южная часть неба в начале января через полчаса после захода Солнца на 50° северной широты







Время всемирное (UT)

-  Первая четверть 11:55 UT 4 января
-  Полнолуние 3:27 UT 11 января
-  Третья четверть 2:45 UT 18 января
-  Новолуние 7:55 UT 26 января

Небо для наблюдателей на широте 50°:
 1 января — в 23 часа;
 15 января — в 22 часа;
 30 января — в 21 час
 местного времени

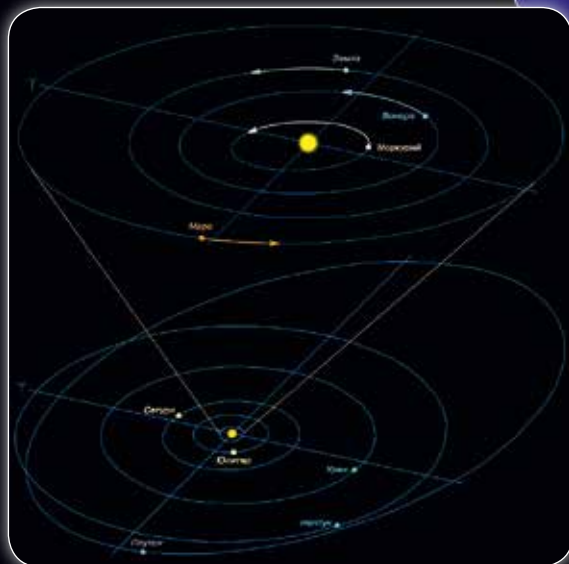
Положения Луны даны на 20^h
 всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

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



Положение планет на орбитах
 в январе 2009 г.



Дмитрий Ардашев

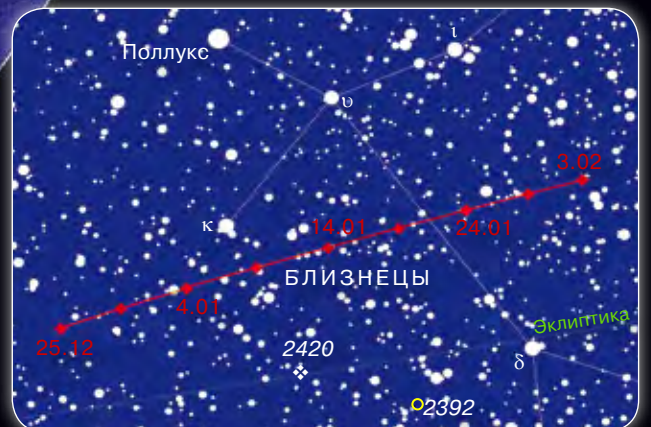




Видимость планет:

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

Астероид Гармония (40 Harmonia) в январе 2009 г. Положения даны на 0^ч всемирного времени.



▲ Карта составлена по данным www.astronet.ru

Галерея любительской астрофотографии



▲ Залив Радуги (*Sinus Iridum*) и северная часть лунного Океана Бурь. Снимок сделан 8 ноября 2008 г. Александром Зайцевым (Липецк, РФ) с помощью телескопа ТАЛ-200К с трехкратной линзой Барлоу и красным фильтром. Камера VAC-135.

◀ Планетарная туманность M97 «Сова» в созвездии Большой Медведицы, сфотографированная Иваном Ионовым (Москва) в апреле 2008 г. во время проведения слета «АстроФест» ПЗС-камерой QHY-6 через узкополосные светофильтры: H α (656 нм) — выдержка 50 мин., OIII (501 нм) — 45 мин., H β (486 нм) — 61 мин. Телескоп системы Ньютона с главным зеркалом диаметром 254 мм.



Такахашаи в Москве:

+7 (925) 740-99-91
+7 (903) 720-16-15

takahashi@ultranet.ru

Редакция рассылает все изданные номера журнала почтой

Заказ можно разместить

– по телефонам:

В Украине: (+38 067) 501-21-61, (+38 050) 960-46-94

В России: (+7 495) 254-30-61, 254-55-77, 544-71-57, факс 254-30-61

– оформить на сайте журнала www.vselennaya.kiev.ua,

– прислать 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

Стоимость заказа, в зависимости от количества высылаемых номеров, указаны в колонках 4 и 5. Оплата производится при получении журналов на почтовом отделении.

Заказ журналов с предоплатой

Стоимость заказа в зависимости от количества высылаемых номеров указаны в колонках 2 и 3.

Предоплату можно произвести в любом отделении банка, в сберкассе или на почтовом отделении.

Реквизиты получателя:

Получатель: ЧП "Третья планета"

Расчетный счет: 26009028302981 в Дарницком отделении Киевского городского филиала АКБ "Укрсоцбанк".

МФО 322012; Код ЗКПО 32590822

Назначение платежа: "За журнал "Вселенная, пространство, время"

ОБЯЗАТЕЛЬНО сохраните квитанцию об оплате. Она может вам пригодиться в случае, если платеж по какой-то причине не дойдет по назначению.

Полученный нами заказ и поступление денег на наш счет служат основанием для отправки журналов в ваш адрес.

Количество журналов	Предоплата		Наложный платеж	
	Цена за штуку, грн.	Стоимость заказа	Цена за штуку, грн.	Стоимость заказа
1	2	3	4	5
1	7,00	7,00	11,00	11,00
2	6,00	12,00	9,00	18,00
3	6,00	18,00	9,00	27,00
4	6,00	24,00	8,00	32,00
5	5,40	27,00	8,00	40,00
6 и более	5,40	5,40 x кол-во	6,00	6,00 x кол-во



Научно-просветительский центр "Киевский планетарий" общества "Знание" Украины

Мы ждем вас

каждые выходные
и каждый день осенних, зимних и
весенних каникул
на дневных сеансах
в Звездном зале
в 11:00, 12:30, 14:00 и 16:00



Коллектив Киевского планетария

03150, г.Киев,
ул.Большая Васильковская
(бывшая Красноармейская), 57/3
(станция метро "Республиканский стадион")

телефоны:
для справок (044) 287-75-08
по вопросам заказа программ (044) 287-01-82
e-mail: planet@znannya.org.ua
Наш сайт: <http://planet.org.ua>