

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД

СТАТЬЯ НОМЕРА

ВУЛКАНИЗМ ПЛАНЕТ И ИХ СПУТНИКОВ

Астероидная опасность (угроза импакта) СибАстро-2010
Рассказы о созвездиях Наблюдения для начинающих
О переменных звездах и пульсарах Небо месяца

10'09
октябрь



Книги для любителей астрономии из серии «Астробиблиотека» от 'АстроКА'



Астрономический календарь на 2005 год (архив – 1,3 Мб)

http://www.astrogalaxy.ru/download/AstrK_2005.zip

Астрономический календарь на 2006 год (архив - 2 Мб)

http://images.astronet.ru/pubd/2006/04/15/0001213097/ak_2006.zip

Астрономический календарь на 2007 год (архив - 2 Мб)

http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/30/0001217237/ak_2007sen.zip

Астрономический календарь на 2008 год (архив - 4,1 Мб)

http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/03/0001224924/ak_2008big.zip

Астрономический календарь на 2009 год (архив – 4,1 Мб)

http://images.astronet.ru/pubd/2009/01/15/0001232818/ak_2009pdf_se.zip

Астрономический календарь на 2010 год (скоро....)

Журнал «Земля и Вселенная»
- издание для любителей
астрономии с 45-летней
историей

<http://ziv.telescopes.ru>

<http://earth-and-universe.narod.ru>



Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)

http://images.astronet.ru/pubd/2005/11/05/0001209268/se_2006.zip

Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)

http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/08/0001225503/se_2008.zip

Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)

http://astrogalaxy.ru/download/komet_observing.zip

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)

<http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/09/0001216763/news2004.pdf>

Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)

<http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/09/0001216763/news2005.zip>

Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)

<http://images.astronet.ru/pubd/2007/01/01/0001219119/astrotimes2006.zip>

Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)

<http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/02/0001225439/astronews2007.zip>

Противостояния Марса (архив - 2 Мб)

http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip



Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!

КН на октябрь 2009 года <http://images.astronet.ru/pubd/2009/09/29/0001236307/kn102009pdf.zip>

КН на ноябрь 2009 года <http://images.astronet.ru/pubd/2009/09/04/0001235980/kn112009pdf.zip>

Астрономическая Интернет-рассылка 'Астрономия для всех: небесный курьер'.

Подписка здесь! http://content.mail.ru/pages/p_19436.html



«Фото и цифра»
www.supergorod.ru



«Астрономический Вестник»
НЦ КА-ДАР - <http://www.ka-dar.ru>
e-mail info@ka-dar.ru
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-1.pdf>
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-2-06.pdf>
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-3-06.pdf>
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-4-06.pdf>
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-5.pdf>
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-6.pdf>

Вселенная.
Пространство. Время
<http://wselennaya.com/>
<http://www.astronomy.ru/forum/>

Все вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на следующих Интернет-ресурсах:

<http://www.astronet.ru/db/sect/300000013>
<http://www.astrogalaxy.ru> (авторский сайт)
<http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>
<ftp://astrokuban.info/pub/Astro/Nebosvod/> (журнал + все номера КН)
<http://www.netbook.perm.ru/nebosvod.html>
<http://www.dvastronom.ru/> (на сайте лучшая страничка о журнале)
<http://meteoweb.ru/>, <http://naedine.org/nebosvod.html>
<http://znaniya-sila.narod.ru/library/nebosvod.htm> и других сайтах, а также на основных астрономических форумах АстроРунета...



<http://www.popmech.ru/>



НЕБОСВОД

№ 10 2009, vol. 4

Уважаемые любители астрономии!

Журналу «Небосвод» в этом месяце исполняется **три года**, а любительская астрономия страны переживает очередной виток активности. Появляются новые любительские астросайты, открываются новые небесные тела с помощью удаленных телескопов и телескопов собственного изготовления. Ярким примером такого открытия является обнаружение нового астероида любителем астрономии из Беларуси Виталием Невским. Виталий имеет обсерваторию, построенную собственными руками, в которой смонтирован 300-миллиметровый телескоп, также собственного изготовления. Именно на этом телескопе был открыт новый астероид 20 звездной величины! 5 октября 2009 астероид был официально назван в честь Голубева Владимира Александровича (216897 Golubev) - профессионального астронома, доцента кафедры физики и астрономии Витебского Государственного Университета. Результат Виталия Невского вполне закономерен, т.к. он ведет активные наблюдения по поиску небесных тел на своей обсерватории. Стоит отметить, что 15 декабря 2002 года им были проведены наблюдения редкого астрономического явления - покрытия звезды 9-й величины в созвездии Тельца спутником Сатурна Тефией, в результате чего, был уточнен диаметр этого небесного тела, и переписаны учебники астрономии! В минувшем месяце также отличились в открытиях астероидов на удаленном телескопе Артем Новичонок и Дмитрий Честнов. Это первый Карельско-Мордовский астероид, как называют его сами первооткрыватели. Новостью месяца является и то, что на просторах АстроРунета появился новый замечательный сайт Андрея Олешко «Астрономические опыты». Оригинальное решение дизайна, множество интересных материалов придадут сайту особую привлекательность. Некоторые подробности о сайте в этом номере журнала. Отрадно, что в любительской астрономии нашей страны много талантливых и целеустремленных приверженцев науки о небе!

Искренне Ваш

Александр Козловский

Содержание

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)
- 7 Вулканы космические и земные
Георгий Бурба
- 18 Астероидная опасность для Земли
Дмитрий Бобылев
- 23 Встреча сибирских астрономов
Сергей Масликов
- 25 О звездных пульсациях
В. Гладышев
- 29 Гид дип-скай объектов: Гончие Псы
Александр Федотов (Феанор)
- 32 Что наблюдать начинающим
любителям астрономии в октябре
Олег Малахов
- 34 Небо над нами: Ноябрь - 2009
- 36 Календарь додекаэдр на 2010 год
- 37 «Астрономические опыты» - новый
сайт Андрея Олешко
- 38 Письма наших читателей

Обложка: Область Тарантул (<http://astronet.ru>)

Туманность Тарантул составляет в поперечнике более тысячи световых лет. Туманность является гигантской областью звездообразования, которая находится в соседней к нам галактике Большом Магеллановом Облаке. Этот космический паук расположен в самом центре этого четкого красочного телескопического изображения, полученного с помощью узкополосных фильтров. Изображение покрывает область в Большом Магеллановом Облаке размером две тысячи световых лет. В области Тарантула (NGC 2070) мощное излучение, звездные ветры и ударные волны от сверхновых, исходящие из центрального молодого скопления массивных звезд R136 обуславливают паукообразные структуры и свечение туманности. Вокруг Тарантула расположены и другие удивительные области звездообразования со своими молодыми звездными скоплениями, волокнистыми структурами и газовыми пузырями. Посередине изображения можно разглядеть небольшой расширяющийся остаток сверхновой 1987a — самой близкой к нам сверхновой нашего времени. Ширина поля, охваченного изображением, равна четырем диаметрам Луны. Поле показывает небо в направлении на созвездие Золотой Рыбы. Авторы: Джон П. Глисон

<http://jpgleason.zenfolio.com/>

Перевод: Колпакова

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

Издается с октября 2006 года в серии «Астробиблиотека» (АстроКА)

Редактор и издатель: **Козловский А.Н.** (<http://moscowaleks.narod.ru> - «Галактика» и <http://astrogalaxy.ru> - «Астрогалактика»)

Дизайнер обложки: **Н. Кушнир**, offset@list.ru В редакции журнала **Е.А. Чижова** и **Л.А. России** и **СНГ**

Е-mail редакции: nebosvod_journal@mail.ru (резервный e-mail: sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru)

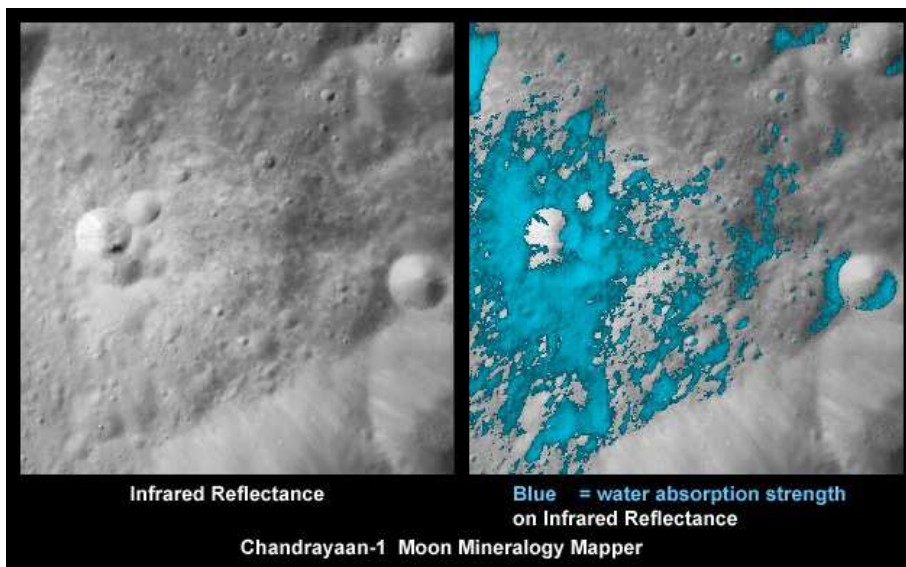
Рассылка журнала: «Астрономия для всех: небесный курьер» - http://content.mail.ru/pages/p_19436.html

Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://elementy.ru>, <http://ka-dar.ru>, <http://astronomy.ru/forum>

Сверстано 10.10.2009

© Небосвод, 2009

На Луне найдена вода



Область лунной поверхности с наличием воды. Авторы: Организация по космическим исследованиям Индии/НАСА/Лаборатория реактивного движения/Калифорнийский технологический институт, Геологический обзор США/Университет Брауна.

На поверхности Луны найдена вода. Нет, конечно, там нет озер. Лунный минералогический искатель на борту индийского лунного аппарата Чандраян-1 зарегистрировал как некоторые области на поверхности Луны поглощают определенный свет, который обычно поглощает только вода. В настоящее время ученые пытаются совместить эти наблюдения с другой информацией о Луне, чтобы понять, как много воды там и в каком состоянии она находится. К сожалению, даже в рамках самых "мокрых" теорий Луна более сухая, чем самые сухие пустыни на Земле. Ученые обсуждают вопрос, меняется ли интенсивность сигнала воды в течение лунного дня. Если сигнал меняется, это можно объяснить тем, что водород, прилетающий от Солнца, соединяется с кислородом лунной поверхности, образуя воду. В результате этого процесса на поверхности будет образовываться очень тонкий молекулярный слой воды, толщиной в одну или несколько молекул. Некоторое количество воды затем возможно испаряется из-за нагрева солнечным светом. На картинке показана область вблизи кратера на обратной стороне Луны, где было зарегистрировано относительно высокое содержание минералов с водой. Минералы на картинке показаны в условном голубом цвете. В начале октября спутник LCROSS выпустит модуль столкновения с поверхностью Луны, который упадет в лунный кратер недалеко от южного полюса, постоянно находящийся в тени. Ученые планируют исследовать эту область на предмет наличия воды в свободной форме. Перевод Колпакова, <http://astronet.ru>

Зонд-камикадзе врезался в Луну

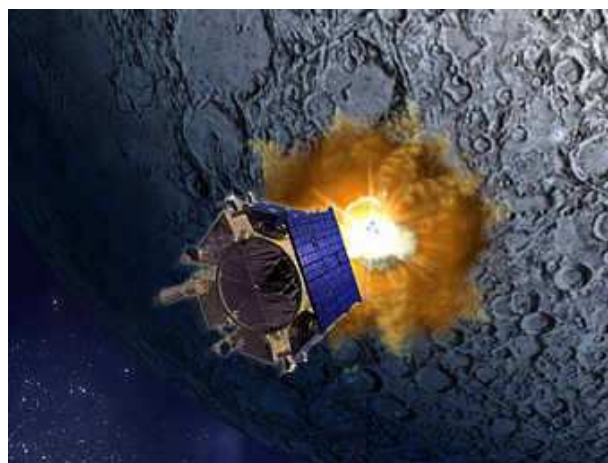
Аппарат Американского космического агентства (NASA) LCROSS разбился о поверхность Луны. Верхняя ступень ракеты-носителя зонда Centaur ударилась о поверхность земного спутника в 15:31 по московскому времени в районе кратера Кебеус (Cabeus). Его скорость составляла 2,5 километра в секунду. Запись этого события доступна на сайте NASA TV. В результате удара из кратера была выброшена находившаяся в жерле пыль, которую исследуют другие аппараты. Высота столба пыли составила девять километров, сообщает РИА Новости. В частности, состав пыли изучил зонд LCROSS. Сам он разбился о Луну в 15:34. Пока точно неясно, каков был итог столкновения.

Конференция, на которой специалисты обсудят предварительные результаты должна пройти в пятницу, в 18:00 по московскому времени.

Зонд LCROSS вместе со своим напарником - аппаратом LRO - был запущен в космос 19 июня 2009 года. В задачи аппаратов входило изучение и съемка поверхности Луны, а также поиск залежей воды. В поднявшемся облаке пыли ученые рассчитывают обнаружить следы водяного льда. Совсем недавно сразу несколько аппаратов подтвердили, что на поверхности Луны есть вода, однако содержимое внутренности кратеров астрономам до сих пор неизвестно.

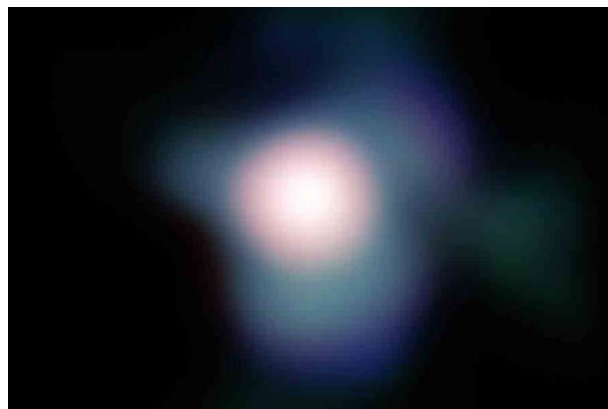
Изначально планировалось, что LCROSS разобьется в районе кратера Кебеус А (Cabeus A), однако после более тщательного изучения характеристик других кандидатов ученые остановились на Кебеусе. Этот кратер

отличается большей глубиной, но астрономы рассчитывают увидеть поднявшееся облако, так как на стенке Кебеуса есть отверстие. Более подробно эти соображения приведены на <http://lenta.ru/news/2009/09/29/change/>



Так должно было бы выглядеть столкновение зонда с Луной. Изображение NASA с сайта <http://lenta.ru/articles/2009/10/09/bang/>

Самый четкий снимок Бетельгейзе (альфа Ориона)



Бетельгейзе в лучшем виде. Изображение: Система адаптивной оптики NaCo, Очень большой телескоп, Европейская Южная обсерватория <http://www.eso.org/>

Самое четкое из всех когда-либо полученных изображений Бетельгейзе показывает, что гигантская звезда медленно испаряется. Бетельгейзе, известная также как α Ориона – одна из самых больших и ярких из известных нам звезд. Яркая оранжевая звезда хорошо видна невооруженным глазом в знакомом всем созвездии Ориона. На недавно полученном с помощью Очень большого телескопа в Чили изображении разрешается не только диск звезды, но и огромный, ранее неизвестный, окружающий ее газовый шлейф. Этот шлейф позволяет понять, как массивная звезда теряет вещество, приближаясь к концу своей жизни. Полученные ранее ряды наблюдений свидетельствуют, что за последнее десятилетие поверхность Бетельгейзе существенно уменьшилась. Если поместить Бетельгейзе – красный сверхгигант, находящийся на расстоянии 640 световых лет, в центре нашей Солнечной системы, то газовый шлейф протянется за орбиту Юпитера. Известно, что яркость Бетельгейзе изменяется неправильным образом. Возможно, будущие наблюдения позволят установить, не меняется ли так же неправильно и ее внешний вид. Предполагается, что Бетельгейзе может взорваться как сверхновая в любое время в течение нескольких следующих тысяч лет. Перевод: Д.Ю.Цветков, <http://astronet.ru>

КоРоТ нашел каменную планету



Каменная планета у далекой звезды. Изображение: Южно-Европейская обсерватория <http://www.eso.org>, Л. Калкада

Насколько схожа экзопланета Корот-7b с Землей? Только что открытая внесолнечная планета по физическим свойствам ближе всего к Земле из всех известных экзопланет. Ее масса равна примерно пяти массам Земли, и радиус составляет 1.7 земного радиуса. Родительская звезда планеты Корот-7b находится на расстоянии пятисот световых лет и очень похожа на Солнце. К сожалению, вся схожесть с нами на этом месте оканчивается. Орбита Корот-7b пролегает внутри орбиты Меркурия, и год там длится всего 20 наших часов. Температура на поверхности гораздо выше температуры, комфортной для жизни человека. Корот-7b была открыта в феврале этого года, когда было замечено небольшое снижение яркости родительской звезды. На сегодняшней картинке представлен рисунок художника, иллюстрирующий, как Корот-7b выглядит на фоне своей звезды. Пока еще непонятно, из чего состоит планета Корот-7b. Однако на основании соотношения массы и радиуса, можно точно сказать, что это не газовый гигант типа Юпитера, и планета, скорее всего, в основном состоит из камня. Будущие наблюдения помогут уточнить, что из себя представляет эта первая каменная планета, найденная за пределами Солнечной системы. Перевод: Д.Ю.Цветков, <http://astronet.ru>

Российский спутник зарегистрировал гигантский протуберанец на Солнце

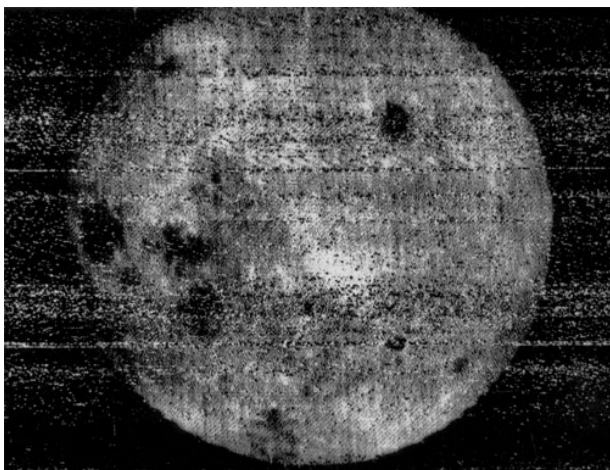


С поверхности Солнца время от времени извергаются протуберанцы. Изображение с сайта <http://www.grani.ru>

Обсерватория ТЕСИС на борту российского спутника "Корона-С" в 3.00 мск в воскресенье зарегистрировала гигантский солнечный протуберанец размером около одного миллиона километров. Об этом, согласно сообщению РИА "Новости", говорится на сайте обсерватории, созданной учеными Физического института имени Лебедева РАН (ФИАН). "Ушедшие вместе с ним из атмосферы Солнца объемы ионизированной плазмы, по-видимому, станут на ближайшие несколько дней одним из главных факторов, определяющих космическую погоду в окрестностях ряда планет. Земля, впрочем, исходя из места и направления выброса, имеет довольно слабые шансы войти в их число", - говорится в сообщении. Рост солнечной активности, по данным ученых, был первоначально отмечен 20 сентября, когда после необычайно долгого затишья снова повысился уровень рентгеновского и радиоизлучения Солнца. Ученые отмечают, что отрыв от Солнца гигантских протуберанцев - довольно редкое явление. Плазма "вморожена" в магнитное поле и может покинуть Солнце только "оторвав" опутывающие ее магнитные линии. "Сделать это весьма непросто. Магнитное поле Солнца обладает колоссальной энергией, которая в десятки раз превосходит суммарную тепловую и кинетическую энергию окружающего вещества... В данном случае можно предположить, что уход вещества стал возможен благодаря ослаблению магнитного поля в результате разрушения активных областей", - пишут ученые. Исследователи подчеркивают, что "выбросы вещества не представляют прямой опасности для планет, защищенных магнитным полем, таких как Земля", - заряженные частицы выброса не могут проникнуть к поверхности планеты поперек силовых линий поля. Однако "удар" плазменного облака о магнитное поле планеты надолго нарушает его равновесие, приводя к продолжительным магнитным бурям. Мощные вспышки на Солнце вызывают полярные сияния, нарушают радиосвязь, влияют на состояние людей и могут приводить к энергоавариям. Впрочем, текущий всплеск солнечной активности, по-видимому, уже заканчивается. По состоянию на утро 28 сентября из 13 солнечных пятен, наблюдавшихся на Солнце еще три дня назад, осталось всего одно. Обсерватория ТЕСИС была создана в лаборатории рентгеновской астрономии Солнца ФИАН. Она предназначена для мониторинга солнечной активности и текущего состояния космической погоды, получения ответов на актуальные вопросы физики Солнца, такие, как

проблема нагрева короны, механизм солнечных вспышек, природа солнечного цикла. В ходе эксперимента будут получены около миллиона новых изображений Солнца. Российский спутник "Коронас-Фотон" был выведен на орбиту 30 января. Он является третьим в ряду спутников "Коронас" (расшифровка названия - "Комплексные орбитальные околоземные наблюдения активности Солнца"). Первый из них, "Коронас-И", был запущен в 1994 году и проработал на орбите до 2001 года. Тогда же, в 2001 году, был запущен следующий спутник, "Коронас-Ф", который закончил работу в декабре 2005 года. Общее руководство проектом осуществляет Институт астрофизики МИФИ.

Новости Международного года астрономии: Обратная сторона Луны: полувековой юбилей



Первая фотография обратной стороны Луны. Изображение с сайта <http://astronet.ru>

Чуть более 500 лет назад цивилизованный мир узнал о самом грандиозном открытии на Земле: на "обратной" стороне нашей планеты обнаружился гигантский материк - Америка. А 50 лет назад столь же грандиозное открытие состоялось в космосе: люди впервые увидели обратную сторону Луны. Кстати, там тоже оказался - по терминологии астрономов - гигантский материк. Это открытие совершил маленький космический аппарат "Луна-3", созданный советскими инженерами (см. фото ниже).

Сейчас об этом мало кто помнит. Но, оценивая все космические открытия прошедшего полувека, следует признать, что снимки обратной стороны Луны, переданные нашим зондом, - это единственный научный результат, который в принципе не мог быть добыт с помощью наземной или даже околоземной аппаратуры. Фотографии далеких планет, переданные космическими зондами, сегодня с успехом получают и наземные телескопы. Но увидеть обратную сторону Луны никто и никогда не смог бы, не отправив за Луну космического робота. Отечественная наука смогла сделать это первой, на много опередив коллег-конкурентов из других стран. 4 октября 1959 г. к Луне стартовала ракета, а 7 октября радиоантенны в Крыму приняли изображения невидимой стороны Луны.

Это важный юбилей нашей науки и техники. О нем нужно напомнить. Тем более, что незаслуженно забытым оказалось 50-летие первого в истории человечества межпланетного перелета - 14 сентября 1959 г. (по московскому времени) наш аппарат "Луна-2" достиг поверхности Луны. Всего два года отделяло эти первые межпланетные экспедиции от запуска первого Спутника, а сейчас даже трудно представить, какие сложные научные и технические проблемы пришлось решить за это короткое время ученым и инженерам в еще не восстановленной после грандиозной войны стране. Но они были решены, порою весьма остроумно и неординарно (см.: "Путешествия



Космический аппарат "Луна-3", получивший первое фото обратной стороны Луны. Изображение с сайта <http://astronet.ru>

к Луне". М.: Физматлит, 2009). Именно эти достижения убедили мир в том, что мы способны создавать не только мощные ракеты-носители для ядерных бомб, но и совершенные научные зонды для разведки дальнего космоса. Именно это подняло престиж нашей науки, заставило западные страны переводить на свои языки нашу научно-техническую литературу, заставило их перекаривать по нашим образцам свои школьные и вузовские программы, заставило их догонять... И они догнали. И перегнали. Теперь наш черед догонять. Ну, что же - догоним. Если не будем забывать, что 50 лет назад мы были первыми. В. Г. Сурдин/ГАИШ, Москва

Вероятность падения Апофиса на Землю уменьшена в 90 раз

Значительно уменьшена вероятность столкновения астероида Апофис-99942 с Землей в 2039 году. Свои результаты ученые доложат на съезде Американского астрономического общества, а краткое изложение доклада приводится на сайте NASA. В рамках исследования астрономы использовали данные, собранные телескопами на Гавайских островах, в Пуэрто-Рико и Аризоне. В результате удалось более точно вычислить траекторию движения космического тела, и, следовательно, более точно оценить вероятность столкновения Апофиса с Землей. По словам исследователей, теперь это величина не превосходит 1 к 4000000 (прежнее значение составляло 1 к 45000). Апофис был открыт в 2004 году и сразу привлек внимание общественности. Согласно первым расчетам, вероятность столкновения этого астероида с Землей в 2029 году составляла 27 к 1000. Позже, однако, выяснилось, что 13 апреля 2029 года Апофис пройдет на расстоянии 30-40 тысяч километров от Земли. После этого сближения траектория небесного тела изменится таким образом, что в 2036 году произойдет повторное сближение с нашей планетой. Еще одно "рандеву" с Апофисом состоится в 2068 году, вероятность столкновения с Землей во время которого - примерно 3 к 1000000. Ученые отмечают, что дальнейшее уточнение траектории скорее всего приведет к уменьшению этой вероятности. Диаметр Апофиса составляет около 350 метров. Текст с сайта <http://news.cosmoport.com>

Подборка новостей осуществлена по материалам с сайтов <http://grani.ru> (с любезного разрешения <http://grani.ru> и автора новостей **Максима Борисова**), а также <http://astronet.ru> и <http://elementy.ru>

Вулканы космические и земные



Вершина вулкана Килиманджаро – самой высокой горы Африки. Вечные снега на высоте 5895 метров, хотя до экватора от вулкана всего 300 км. Изображение <http://www.vub.ac.be/BIBLIO/nieuwenhuysen/photos/tanzania/kilimanjaro--1999.jpg>

1. Многоликие вулканы
2. Огнедышащая спутница Юпитера
3. Азотные гейзеры Тритона
4. Снежные всполохи над Энцеладом
5. Горячие горы нашей планеты
6. Потоки раскаленной соды
7. Теплая грязь из глубин Земли
8. Водяная «лава» песчаных вулканов
9. Древние вулканы вне Земли

1.

Многоликие вулканы

В настоящее время вулканическая деятельность происходит лишь на нескольких планетах и спутниках Солнечной системы, хотя на ранних этапах геологической истории она была весьма активной на многих планетных телах. Действующие вулканы на Земле и в космосе не похожи друг на друга, они выносят из глубин на поверхность планет вещества, разительно отличающиеся своим составом – раскаленную базальтовую лаву, жидкую серу, газообразные азот и метан, кристаллы водного инея, хлопья сернистого «снега», и даже такие, казалось бы совсем «невулканические» материалы, как обыкновенный песок или же расплав кальцинированной соды.

За пределами Земли современный активный вулканизм наблюдается на спутнике Юпитера Ио, на

спутнике Сатурна Энцеладе и на спутнике Нептуна Тритоне. Считается, что действующие вулканы могут быть также на Венере и на спутнике Сатурна Титане, но окончательно подтвердить или опровергнуть это смогут лишь будущие исследования.

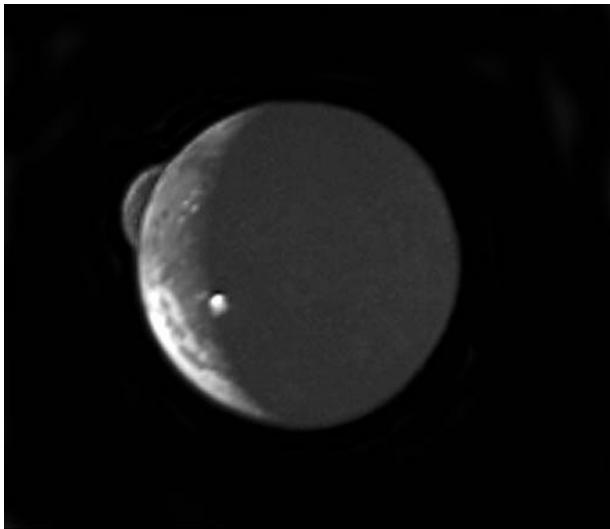
Базальтовый вулканизм был в прошлом характерен для всех планетных тел земной группы – Земли, Венеры, Марса, Меркурия и Луны, но проявлялся он на каждой из планет по-разному. В настоящее время активная вулканическая деятельность ни на одной из этих планет, кроме Земли, неизвестна. Весьма вероятно ее наличие лишь на Венере.

2.

Огнедышащая спутница Юпитера

Первые активные вулканы вне Земли были обнаружены на Ио, одном из четырех крупных, так называемых галилеевых спутников Юпитера. Эти спутники открыл итальянский астроном Галилео Галилей еще в 1610 году. Вулканы же удалось разглядеть лишь почти четыре века спустя – в 1979 году. На этот раз повезло Линде Морабито, инженеру Лаборатории реактивного движения НАСА, расположенной в Калифорнии. Выполняя рутинную процедуру по обработке снимков Ио, только что полученных с автоматической станции «Вояджер-1», она совершенно неожиданно впервые нашла действующие вулканы в космосе – сразу два! Это значительное научное открытие произошло вполне буднично. На одном из снимков Ио обнаружилось серое грибообразное пятно с расплывчатыми границами, которое нарушало линию горизонта, изображавшуюся на остальных снимках очень четкой светлой границей на фоне темного неба. Может быть это дефект съемки? Внимательно присмотревшись, Линда

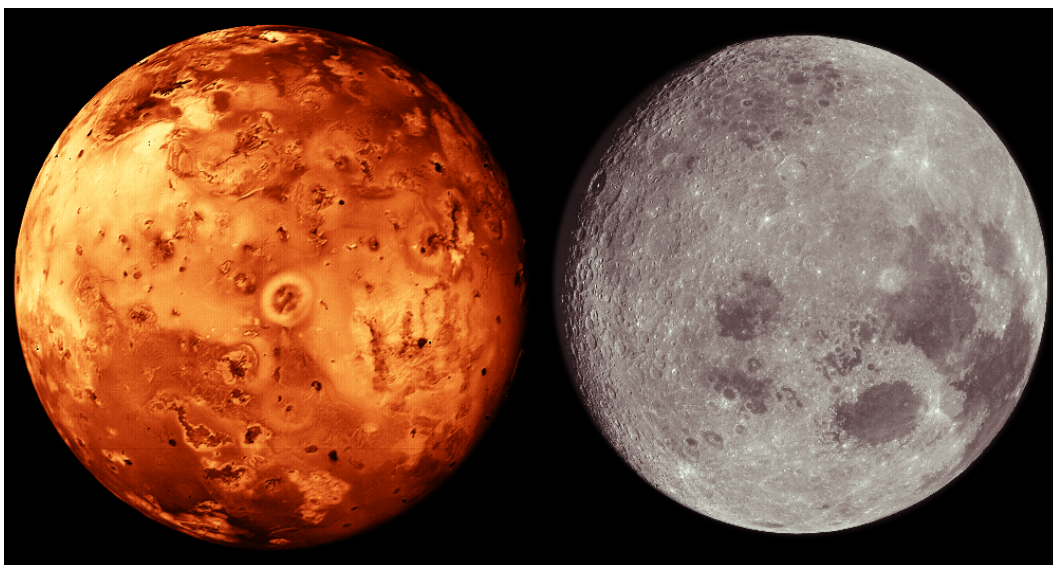
увидела на том же снимке еще одно серое пятно, на этот раз уже на границе освещенной и затененной частей спутника – как будто огромная гора «выпирала» с дневной стороны Ио на ночную. Эти образования можно было бы принять за облака, но для Ио такое предположение не подходит – ведь там нет атмосферы.



IO Plume Discovery Image © Copyright Calvin J. Hamilton

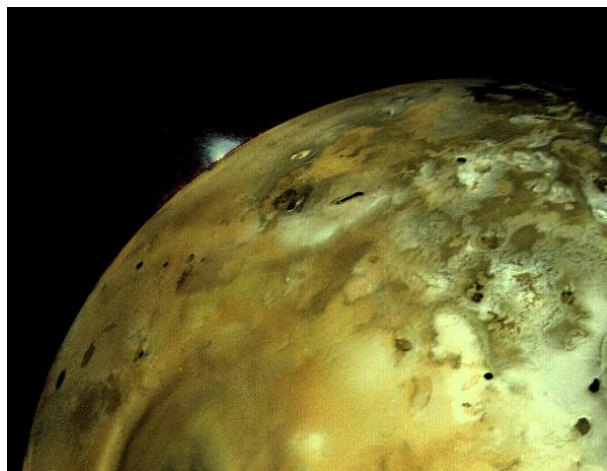
Первый снимок, на котором были обнаружены действующие вулканы на Ио. Фото со станции «Вояджер-1» 8 марта 1979 года. Слева, на фоне неба – газовый выброс из вулкана Пеле; яркое пятнышко на темной части Ио – выброс из вулкана Локи. Изображение <http://www.solarviews.com/cap/jup/ioplumedisc.htm>

Разгадку нашли, когда после просмотра большого количества снимков обнаружили еще несколько подобных нечетких пятен. Нанеся их на карту, увидели, что всего таких пятен девять и расположены они как раз над яркими оранжевыми кругами на поверхности спутника. Стало ясно, что эти «грибы-зонтики» высотой до 300 км представляют собой газовые фонтаны, исходящие из недр Ио. Выброшенное вещество затем оседает на поверхность, образуя яркое оранжевое гало вокруг вулканического жерла. Первые два вулкана назвали Пеле и Локи в честь гавайской богини вулканов и скандинавского бога огня, поскольку в астрономии традиционно используют имена мифологических персонажей.



Диаметры крупнейшей планеты Солнечной системы – Юпитера и нашей Земли различаются в 11 раз, а диаметры их спутников Ио и Луны почти одинаковые. Главное отличие – на Ио множество действующих вулканов, а на Луне геологическая активность давно прекратилась. Изображение <http://www.solarviews.com/cap/misc/earthjup.htm>

Наиболее подробные исследования вулканов Ио выполнила американская автоматическая станция «Галилео», которая была первым искусственным спутником Юпитера с 1995 по 2003 годы. Однажды ей даже удалось пролететь внутри газового фонтана высотой 500 км – выброса из вулкана Тор, названного именем скандинавского бога-громовержца. Дремавший до 2001 года вулкан неожиданно проснулся, и станция «Галилео» смогла выполнить химический анализ вещества, непосредственно во время извержения. Оказалось, что это – иней сернистого газа (диоксида серы), состоящий из нанохлопьев, всего по 15–20 молекул SO₂ в каждом. Среди вулканов Ио весьма примечателен Прометей, извержение которого длилось непрерывно 20 лет, начиная с 1979 г. Во всяком случае при каждом наблюдении этого вулкана, над ним простирался «зонтик» газового выброса. Не исключено, что он представляет собой постоянно действующий вулкан, который активен до сих пор. В греческом мифе Прометей похитил у богов огонь, чтобы дать его людям, а его тезка на Ио столь же неустанно раздает вулканический жар.



Извержение на Ио, снятое «Вояджером-1». Высота фонтана — свыше 160 км. Изображение [http://ru.wikipedia.org/wiki/Ио_\(спутник\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ио_(спутник))

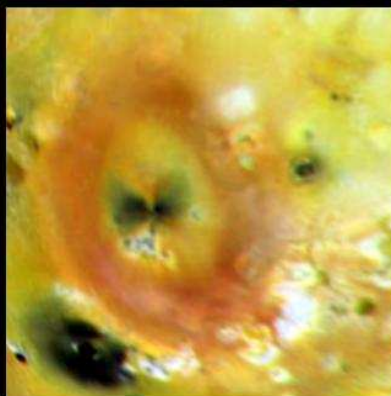
Всего на Ио обнаружено несколько сотен активных вулканов, среди которых есть крупные, интенсивно фонтанирующие и совсем небольшие, с раскаленной лавой на дне кратеров. Ни один из них не похож на земные вулканические конусы – кратеры Ио расположены прямо

посреди равнинной местности либо на невысоких пологих возвышенностях.

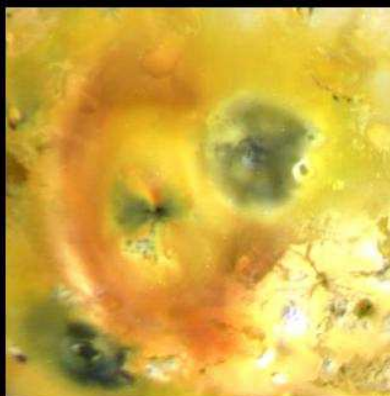
Наибольшее количество действующих вулканов на Ио выявила геолог Розали Лопес, уроженка Бразилии, работающая в той же Лаборатории реактивного движения НАСА, где были открыты самые первые космические вулканы. Она обнаружила 71 вулкан и за это достижение внесена в 2006 году в «Книгу рекордов

Гиннеса» как человек, открывший наибольшее количество действующих вулканов – столько не открывал никто даже на Земле.

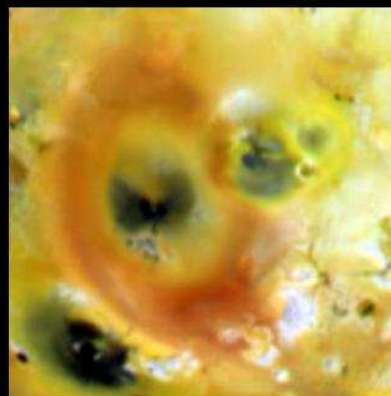
На Ио довольно холодно, поскольку это небесное тело расположено в пять раз дальше от Солнца, чем Земля. В наиболее теплой, экваториальной области температура



G7: April 1997



C10: September 1997



C21: July 1999

Изменения на поверхности Ио в результате извержений вулканов Пеле (большое оранжевое кольцо) и Пиллан (серый круг справа). Изображение http://pirlwww.lpl.arizona.edu/missions/Galileo/releases/7Oct_pillan.html

не более -50°C . На фоне такой холодной поверхности имеется множество теплых и даже горячих участков с температурой от 0 до $+30^{\circ}\text{C}$, нагретых в результате вулканической деятельности. В некоторых кратерах наблюдаются лавовые озера с температурой $+1100^{\circ}\text{C}$, что указывает на силикатную лаву, то есть это не чистая сера, а расплавленный каменный материал, подобный лавам на Земле. Вся поверхность Ио покрыта разноцветными лавовыми потоками, многие из которых окрашены в желто-оранжевые тона благодаря примесям серы. Эти потоки могут растекаться на сотни километров, покрывая новыми отложениями значительные области.

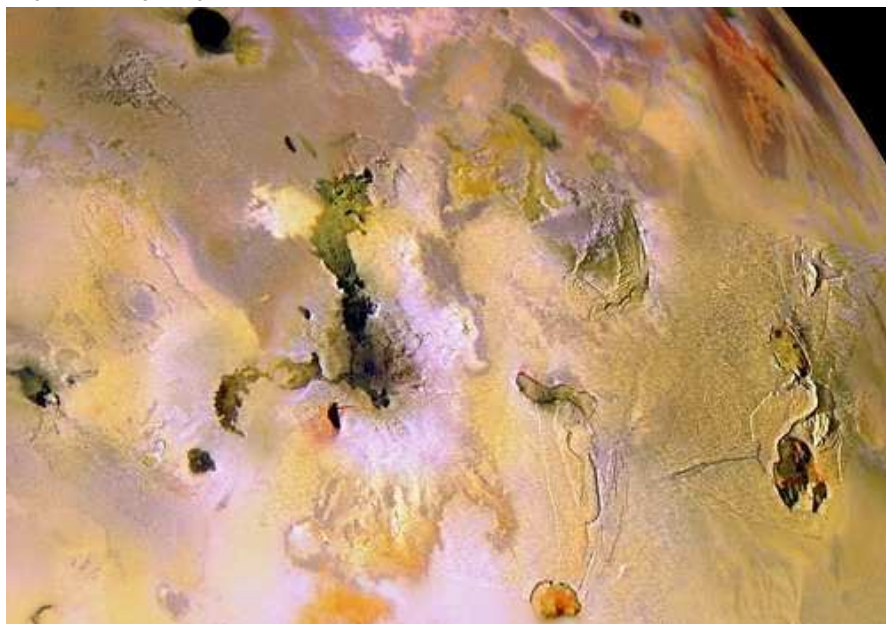
Всего на Ио обнаружено по крайней мере 200 кратеров-озер поперечником более 20 км. На Ио расположен и крупнейший в Солнечной системе активный лавовый поток. Он протянулся на 500 км к северу от действующего вулкана Амирани, который носит имя грузинского мифологического героя, обучившего людей добывать огонь. Этот поток в 50 раз длиннее самого большого активного лавового потока Земли – из кратера Килауэа на Гавайских островах. Поток на Ио местами имеет белесый цвет – это более холодные участки, на которых газ, выброшенный вулканом Амирани, сконденсировался в сернистый иней (кристаллы диоксида серы).

При извержениях на Ио выделяется гораздо больше энергии, чем при вулканической деятельности на Земле. Один лишь вулкан Локи является более мощным, чем все земные вулканы вместе. Расчеты показывают, что на Ио за год из вулканов выделяется в 100 раз больше вещества, чем за тот же период на Земле. Этого достаточно, чтобы покрыть всю поверхность Ио слоем толщиной от 1 мм до 1 см и скрыть следы метеоритных кратеров всего за несколько столетий.

Почему же на сравнительно небольшом спутнике (диаметр Ио – 3130 км, это чуть меньше, чем у Луны) поддерживается такая бурная вулканическая активность? Разгадка кроется не в самой Ио, а в ее соседке Юпитере – крупнейшей планете Солнечной системы. Этот гигант, диаметр которого в 11 раз больше, чем у нашей Земли и в 40 раз больше, чем у Ио, буквально душит небольшой спутник в объятиях своего гравитационного поля, оказывая столь сильное приливное воздействие, что поверхность Ио

изгибается вверх-вниз с амплитудой до 500 метров. При этом трение внутри горных пород вызывает нагрев недр Ио. Подобный процесс, но с гораздо меньшей интенсивностью происходит и на Земле – это приливы и отливы в океанах под влиянием лунной гравитации.

На Ио за счет такой сильной приливной деформации выделяется энергия, расплавляющая вещество в ее недрах до жидкого состояния. Считается, что расплав начинается уже на глубине 20 км от поверхности и возможно охватывает все недра Ио до самого центра. Кроме того, Ио и два следующих галилеевых спутника находятся на резонансных орбитах: каждый раз, когда Ганимед делает один оборот вокруг планеты, Европа делает два, а Ио – четыре. Этот резонанс также вызывает в твердом теле спутников приливы, ведущие к разогреву недр. Юпитер своим тяготением регулярно искажает форму Ио, а Ганимед и Европа вносят свой вклад в эксцентricность ее орбиты, и все это усиливает вулканическую активность.



Крупнейший активный лавовый поток в Солнечной системе (темная полоса в центре снимка) простирается по поверхности Ио на 500 км к северу от вулкана Амирани, который носит имя грузинского мифологического героя, обучившего людей добывать огонь. Этот поток в 50 раз длиннее самого большого активного лавового потока Земли – из кратера Килауэа на Гавайских островах. Белесые участки покрыты сернистым инеем (кристаллами диоксида серы) в результате конденсации на холодной поверхности газа, выброшенного вулканом Амирани. Справа – две горы высотой 8 и 4 км. Изображение http://pirlwww.lpl.arizona.edu/missions/Galileo/releases/6Mar_i24amskgic21.html

На поверхность Ио возвращается не вся сера, выброшенная вверх газовыми фонтанами – некоторые частички разгоняются настолько, что навсегда покидают гравитационное поле спутника, однако они остаются на орбите вокруг Юпитера. Магнитное поле планеты-гиганта формирует из них гигантский бублик – так называемый плазменный тор Ио – охватывающий Юпитер вдоль всей орбиты этого спутника. Поэтому Ио движется вокруг Юпитера, находясь внутри невидимого толстого кольца, состоящего из электрически заряженных сернистых частиц.

3.

Азотные гейзеры Тритона

Наиболее удаленная от Солнца вулканическая активность происходит на Тритоне – крупнейшем из спутников Нептуна. Диаметр Тритона 2700 км, то есть лишь $\frac{3}{4}$ диаметра нашей Луны. Он расположен в 30 раз дальше от Солнца, чем Земля, поэтому достоверные сведения о нем появились сравнительно недавно – в 1989 году, когда туда добралась автоматическая станция «Вояджер-2», впервые сделавшая подробные снимки этого спутника. Главной неожиданностью, которую преподнес Тритон, оказалась его современная вулканическая деятельность. Столь далеко от Солнца можно было ожидать совершенно замерзший, мертвый мир, древняя поверхность которого сплошь покрыта кратерами от ударов метеоритов. Вместо этого оказалось, что большая часть Тритона представляет собой сравнительно молодую поверхность, а кратеры, если они когда-то и были, начисто стерты другими геологическими процессами, действовавшими сравнительно недавно.



Азотные гейзеры весьма активны на Тритоне, спутнике Нептуна. Темные углеводородные соединения, выброшенные ими из-под слоя азотного льда, осели на поверхность южной области Тритона в виде удлинённых пятен. Фото «Вояджера-2». Изображение <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/?IDNumber=pia00340>

До полета «Вояджера» никто даже и не предполагал, что на этом небольшом и холодном спутнике возможна современная вулканическая активность. Теперь ее объясняют необычным химическим составом Тритона. Это один из самых холодных объектов в Солнечной системе – температура там чрезвычайно низкая, около – 240°C. Поэтому лед и иней, покрывающие его поверхность, состоят из твердого азота. В столь холодных условиях вулканизм имеет весьма экзотическую природу. На снимках были обнаружены газовые гейзеры – темные столбы азота, идущие строго вертикально до высоты 8 км, где под действием ветра они резко наклоняются параллельно поверхности Тритона и вытягиваются в «хвосты» длиной до 150 км. Обнаружено десять действующих гейзеров.

Активность газовых гейзеров вызывается солнечным нагревом, приводящим к плавлению азотного льда на некоторой глубине, где присутствуют также водный лед и метановые соединения, имеющие темный цвет. Небольшого давления газовой смеси, возникающей в глубинном слое при его нагреве, оказывается вполне достаточно, чтобы выбросить газовый фонтан высоко в разреженную атмосферу Тритона (давление в ней в 60 000 раз меньше, чем на поверхности Земли).

Слабый ветер, дующий в верхнем слое атмосферы, уносит выброшенный материал, окрашенный в темный цвет примесью метановых соединений, на сотни километров в сторону. Постепенно этот материал осаждается на почти белоснежную поверхность Тритона, образуя на ней темную полосу с «размытыми» краями. Такими полосами покрыта вся южная часть Тритона, заснятая «Вояджером-2», что указывает на многочисленность азотных гейзеров.

4.

Снежные всполохи над Энцеладом

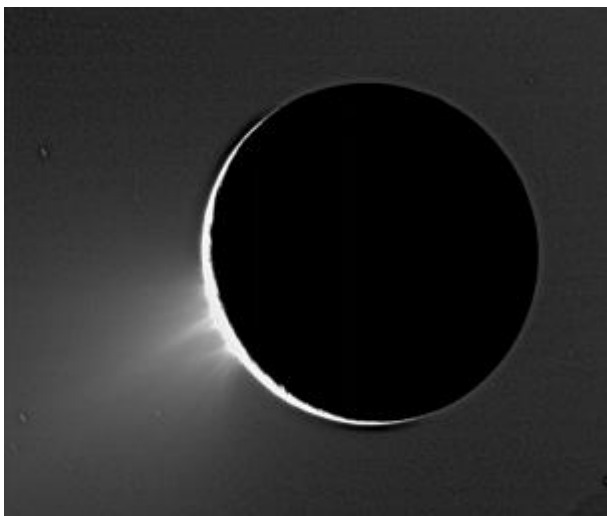
Имя сторукого гиганта Энцелада получил в свое время один из спутников Сатурна. Согласно древнегреческой мифологии, этот гигант придавлен вулканом Этна на средиземноморском острове Сицилия, где он ворочается в недрах горы, вызывая землетрясения и вулканические извержения. Для спутника Сатурна это имя оказалось пророческим, поскольку как раз на данном спутнике была выявлена довольно бурная вулканическая активность. Энцелад стал четвертым небесным телом после Земли, Ио и Тритона, на котором нашли действующие вулканы. Произошло это совсем недавно, хотя подозрения возникли почти за четверть века до этого, когда в 1981 году Энцелад был впервые детально заснят с борта автоматической станции «Вояджер-2».

Оказалось, что поверхность Энцелада – наиболее светлая среди всех планет и спутников, она отражает практически весь падающий на нее свет, то есть выглядит белее свежевыпавшего снега. На этом основании посчитали, что весь спутник покрыт чистейшим льдом, причем постоянно обновляющимся. Так зародилось предположение о том, что поверхность Энцелада время от времени перекрывается свежими отложениями снега или льда. Такое возможно лишь путем выброса какого-то вещества из недр, поскольку атмосферы у этого небольшого спутника нет, ведь его диаметр всего лишь 500 км (в 7 раз меньше, чем у Луны) и удержать газовую оболочку вокруг себя он не может. На поверхности Земли поперечник Энцелада уложится как раз между Москвой и Великим Новгородом, следовательно, на сто с лишним километров, не дотянув до Санкт-Петербурга.

Энцелад находится в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля, поэтому там весьма холодно – средняя температура его поверхности – 200°C. Несмотря на столь сильный холод, на этом спутнике бьют водяные фонтаны. Время от времени они вырываются из недр Энцелада на высоту до 500 км (что равно диаметру этого спутника!) через протяженные трещины глубиной 300 метров, расположенные в районе южного полюса. Скорость струй достигает 60 метров в секунду – более 200 километров в час. Эти пять трещин в ледяном панцире, температура вдоль которых на несколько градусов теплее, чем на окружающих равнинах, получили прозвище «тигровые полосы», поскольку идут примерно параллельно друг другу. Температура в районе трещин, хотя и довольно холодная (около – 130°C), но все же на 70° теплее, чем поверхности Энцелада в целом.

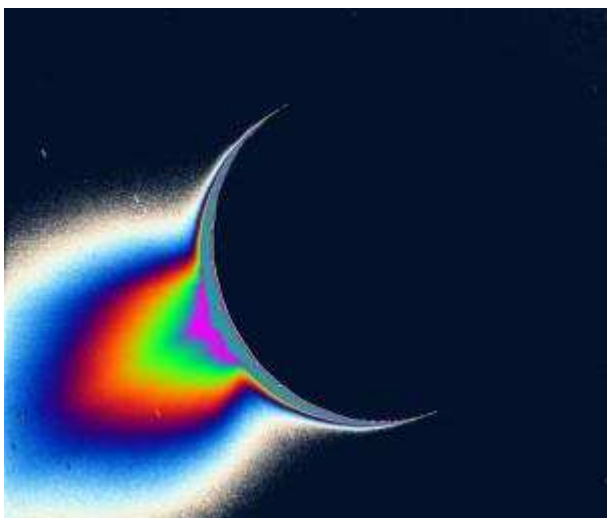
Впервые выбросы вещества над Энцеладом были сфотографированы европейско-американской автоматической станцией «Кассини» в 2005 году. Эта станция является первым искусственным спутником Сатурна. Двигаясь по сильно вытянутой орбите вокруг планеты-гиганта, она время от времени пролетает рядом с одним из его многочисленных спутников, после чего передает по радио на Землю их подробные фотографии. В июле 2005 года станция «Кассини» прошла на высоте 175 км над поверхностью Энцелада прямо через облако

выброшенного вещества и провела измерения его параметров различными приборами. Было установлено наличие паров воды и мельчайших кристаллов льда. Химический состав выброса оказался таков: 91% – водяной пар, 4% – азот, 3% – углекислый газ, 1% – метан и 1% – ацетилен и пропан.



Впервые вулканическая активность на Энцеладе была обнаружена в 2005 году по снимкам с автоматической станции «Кассини». На фоне космической тьмы ярко сияют в солнечном свете фонтаны из водяного пара и мельчайших ледяных кристалликов (водного инея) над южным полюсом Энцелада. Сразу несколько струй вырываются из трещин в районе южного полюса Энцелада. Изображение <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/?IDNumber=PIA07758>

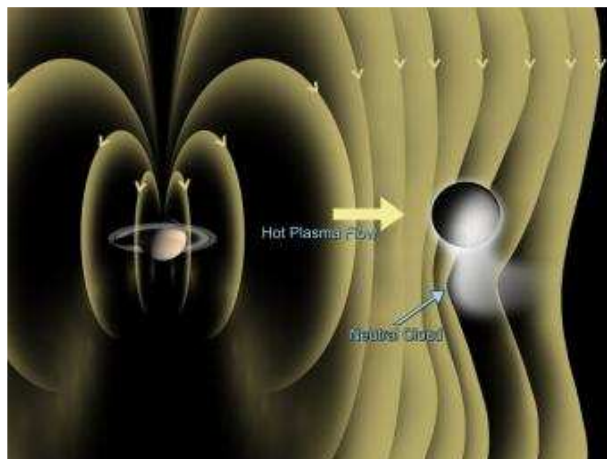
Средний размер частичек, из которых состоят «фонтаны» над южным полюсом Энцелада – 10 микрон. Это крошечные кристаллики водного инея, застывшего при выбросе воды из недр в холодное космическое пространство. Более крупные из них падают на поверхность Энцелада, постоянно обновляя ее, поэтому этот спутника чрезвычайно светлый. Наиболее мелкие частички, размером в 3 микрона и меньше, навсегда остаются в космосе, распределяясь вдоль орбиты Энцелада. Они образуют самое внешнее из колец Сатурна, называемое кольцом E. Это очень слабо заметное кольцо, хотя оно и наиболее широкое, простирающееся на 1 млн. км.



С удалением от поверхности Энцелада количество частиц в водных гейзерах убывает – раскраска снимка показывает различия в насыщенности выбросов ледяными кристалликами. Изображение <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA07759>

Открытие геологической активности на Энцеладе озадачило планетологов, поскольку этот спутник слишком мал, чтобы сохранять внутри себя разогретые недра.

Источник энергии для поддержания геологической активности на этом небольшом спутнике остается пока загадкой. Предполагается, что сильное гравитационное воздействие от гигантского Сатурна, а также от соседних более крупных, чем Энцелад, спутников приводит к приливной «раскачке» и нагреву его недр. Однако неясно, почему разогреву подвергается именно область вокруг южного полюса, которая в целом на 10° теплее, чем районы вблизи экватора Энцелада, а узкие участки вдоль «тигровых полос» теплее еще на 20°. Неясно также, почему не подвержен такому разогреву расположенный еще ближе к Сатурну спутник Мимас, диаметр которого 400 км, что лишь немного меньше, чем у Энцелада.



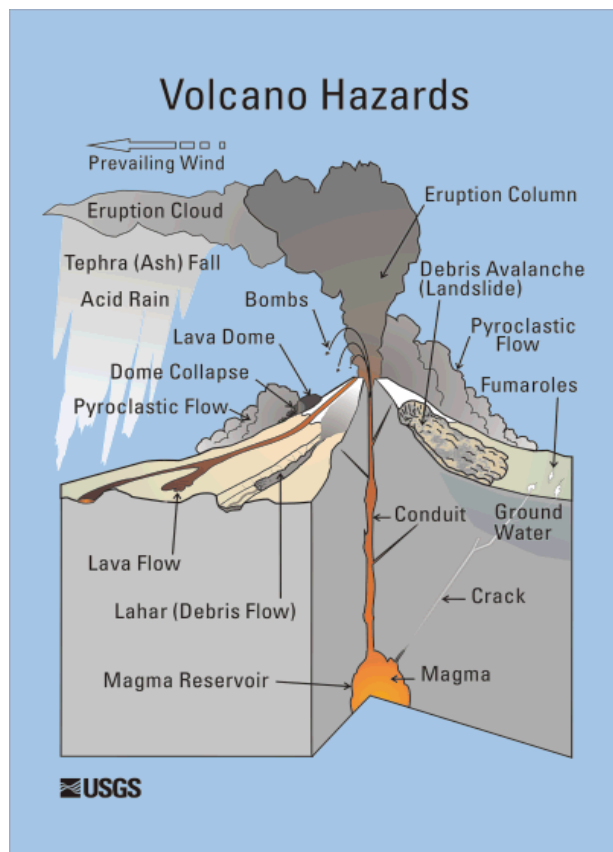
Выбросы воды из недр Энцелада взаимодействуют с магнитосферой Сатурна, искривляя силовые линии магнитного поля <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/?IDNumber=PIA06430>

Некоторые исследователи сравнивают Энцелад с гигантской кометой, выбрасывающей порции вещества, которое рассеивается в пространстве. Правда, есть большая разница в источниках энергии – у комет это внешний нагрев Солнцем, а у Энцелада происходит разогрев вещества в недрах самого спутника. Выбросы водяных фонтанов напоминают в определенной степени деятельность гейзеров на Земле с той лишь разницей, что у земных аналогов температура весьма высокая, а гейзеры Энцелада – холодные, разбрасывающие кристаллики льда. Предполагают даже, что этот сияющий белоснежный холодный мир может представлять собой наиболее вероятное прибежище для жизни во всей Солнечной системе за пределами Земли. Для существования на Энцеладе жидкой воды требуется, чтобы внутри него каким-то образом происходило выделение тепла. Наиболее вероятным источником тепла считается приливный нагрев. Правда, в данном случае гравитационное воздействие происходит не только со стороны планеты, но и от нескольких крупных спутников, чье влияние приводит к растягиванию коры Энцелада то в одну, то в другую сторону, вызывая трение пород в его недрах, при котором и выделяется тепло.

5. Горячие горы нашей планеты

На Земле вулканизм и магматические процессы играли большую роль в течение всей геологической истории. Они не затихли до сих пор. Для лав на нашей планете характерно сравнительно высокое содержание летучих соединений, прежде всего воды, что придает этим лавам большую подъемную силу, и в результате формируются вулканические горы значительной высоты. Если в магме (расплаве, еще не излившемся на поверхность) содержится свыше 2% летучих веществ, то происходят извержения взрывного типа, при которых в атмосферу выбрасывается большое количество вулканического пепла – мелкоизмельченного расплава каменных пород. При малом содержании летучих лава из вулкана вытекает спокойным образом и растекается по склонам вулкана иногда на значительные расстояния.

Среди магматических пород, выносимых вулканами на поверхность Земли преобладают базальты.



Строение вулкана и виды извержений. Изображение http://vulcan.wr.usgs.gov/Images/Gif/Hazards/volcano_hazards.gif

В настоящее время на земном шаре имеется около 1500 действующих вулканов. Крупнейшее извержение, следы которого сохранились, произошло около 2,2 млн. лет назад в Северной Америке, на месте, где сейчас расположен Йеллоустонский национальный парк. Взорвавшийся вулкан выбросил в воздух 2500 куб. км пепла, что в 600 раз превышает суммарный выброс всех современных вулканов за целый год!



Около 7 тыс. лет назад вершина вулкана Мазамас после очень сильного извержения просела почти на 1 км, образовав огромный кратер – кальдеру. Сейчас этот кратер заполнен озером глубиной 608 м (самое глубокое в США), внутри которого вырос еще один вулкан со своим маленьким кратером. Озеро диаметром 9 км расположено на высоте 1880 м над уровнем моря в национальном парке «Кратер-Лейк» на западе США (штат Орегон). Изолированное от рек и ручьев, оно почти не содержит органического вещества и глины, поэтому его вода – одна из самых прозрачных в мире. <http://www.photosight.ru/photo.php?photoid=996874&ref=author>

После этого взрыва образовался гигантский кратер диаметром 60 км (в два раза больше поперечника Москвы). В этом кратере до сих пор продолжается слабая вулканическая активность в виде знаменитых Йеллоустонских гейзеров, выбрасывающих из земных недр горячую воду и пар.

Большинство действующих вулканов Земли расположено по периметру Тихого океана, образуя так называемое «огненное кольцо», охватывающее Индонезию, Филиппины, Японию, Камчатку, Аляску, Северную и Южную Америки, Новую Зеландию и даже Антарктиду с ее скромными двумя активными вулканами. Единственный материк, на котором нет действующих вулканов – Австралия.

Буквально в центре Тихого океана находится крупнейшее вулканическое сооружение на земном шаре – остров Гавайи. Высота этого вулкана 9 км, считая от подножия, расположенного на дне Тихого океана. Слагающие его базальтовые лавы очень подвижны, растекаются на большие расстояния, поэтому обе вершины этого вулкана – Мауна-Кеа и Мауна-Лоа (по-гавайски «Белая» и «Длинная»), высота которых более 4000 метров над уровнем океана, имеют весьма пологие очертания. Вулканы такого типа называют щитовыми – их форма напоминает положенный на землю щит древнего воина. Согласно гавайской мифологии богиня вулканов Пеле в настоящее время живет в действующем вулкане Мауна-Лоа. Поток базальтовой лавы из кратера Килауэа на склоне этого вулкана почти постоянно стекает в океан со скоростью до 50 км/ч. Соприкосновение раскаленной выше +1000° С лавы с водой происходит весьма шумно и приводит к образованию облаков пара. Именно кратер Килауэа считается местом обитания Пеле. Другой же вулкан – Мауна-Кеа – сейчас «дремлет». Несмотря на расположение в тропической области, обе вершины настолько высоки, что с ноября по март покрыты снегом. Снежная шапка дремлющего вулкана считается обителью богини снегов Полиаху, которая соперничает с огненной Пеле.

В Европе имеется лишь несколько вулканов на итальянских и греческих островах Средиземного моря, а на самом материке расположен только один Везувий. Немного, не более двух десятков, активных вулканов и в Африке. А вот Азия лидирует по их количеству, правда, вся ее огнедышащая армада сосредоточена не на материке, а на островах западной части Тихого океана. Действующие вулканы Северной Америки сконцентрированы на Аляске и на Центральноамериканском перешейке, а вулканы Южной Америки – в узкой полосе гор, обрамляющих Тихий океан.

Множество действующих вулканов находится на островах в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах. Большинство из таких островов представляют собой своего рода каменные айсберги – над водной поверхностью возвышается лишь меньшая их часть, а основная масса находится в толще океана, ведь они упираются своим основанием в расположенное на глубине в несколько километров ложе океана.

Примерно 10% населения Земли живет в опасной близости от действующих вулканов. Например, всего лишь

в 30 км от Петропавловска-Камчатского находится Авачинская сопка, которую называют «домашним вулканом». А ведь это один из наиболее активных вулканов Камчатки. Мощный взрыв 3000 лет назад уничтожил вершину крупного древнего вулкана, оставив на его месте огромный кратер.



Авачинская сопка – один из наиболее активных вулканов Камчатки возвышается над Петропавловском-Камчатским. Эта гора находится всего лишь в 30 км от города и ее называют «домашним» вулканом. <http://www.spbkamchatka.ru/pic/033.jpg>

Внутри этого кратера вырос новый вулканический конус – Авачинская сопка. Камчадалы считали вулканы жилищами огромных подземных духов гамулов. Дымок над вулканом появлялся, когда гамулы жарили на костре китов себе на обед, а извержения – когда они, пообедав, выбрасывали через дымоход огненные головешки от костра. А уж когда они начинали плясать, то происходило землетрясение. На Камчатке расположен и самый высокий действующий вулкан Евразии – Ключевской. Это один из наиболее активных вулканов Земли. Его высота 4750 м над уровнем моря, диаметр кратера – 700 метров. Образовался он около 7 тысяч лет назад. За последние три века извергался более 50 раз. Последнее мощное извержение было в 1994 году.



Камчатка. Вулкан Авачинский. Когда-то у него был огромный остроконечный конус, который взорвался, а на древнем основании вырос новый конус, пониже старого. Изображение <http://www.photosight.ru/photos/1115193/>

Катастрофа, подобная той, что произошла в давние времена на Камчатке, случилась в наши дни на противоположном берегу Тихого океана – в северо-западной части США. Грандиозный взрыв 18 мая 1980 года буквально оторвал вершину вулкана Сент-Хеленс, в цепи Каскадных гор.

Этот величавый вулкан за красоту и симметричность часто называли «Американская Фудзи». Верхняя часть горы разрушилась и сползла вниз по склону, засыпав каменной лавиной 62 кв. км. Взрывная волна повалила лес на территории в 600 кв. км. Снежно-ледяная шапка на вершине растаяла, и потоки грязи запрудили речные долины вокруг вулкана. Погибло 57 человек. Вершина стала на 400 метров ниже, а вместо пика образовался крупный кратер, внутри которого теперь растет новый вулкан. Столб пара, газов и пепла, весьма часто бьющий из этого малого конуса, хорошо виден даже за 80 км от него в городе Портленд.

Немного севернее вулкана Сент-Хеленс, в той же цепи Каскадных гор находится один из крупнейших вулканов Северной Америки – гора Рейнир (4392 метра над уровнем моря). Этот вулкан, расположенный неподалеку от густонаселенного района крупных городов Сиэтл и Такома, последний раз извергался в конце XIX века, а сейчас считается спящим, но угроза его извержения очень высока,

поэтому вулканологи постоянно наблюдают за активностью его недр с помощью сети приборов, установленных на склонах вулкана. От ледников на его вершине текут многочисленные реки, поэтому индейцы пуяллуп, коренные жители этих мест, называют эту гору Такома – «Мать вод». С 1990 года Рейнир считается самым опасным вулканом США (не считая Аляски и Гавайев) – его извержение наиболее вероятно. Поэтому на обширной территории вокруг этого вулкана размещены уникальные дорожные знаки «Путь эвакуации при

вулканическом извержении», указывающие проезд к более высоким местам, которым не угрожает затопление лавой или водно-грязевым потоком в случае резкого таяния ледника при извержении.

Потоки раскаленной соды

Высочайший горный массив Африки и высочайшая (на суше) одиночная гора в мире – вулкан Килиманджаро – возвышается над саванной в 300 км южнее экватора. У его подножья простирается иссушенная жарой степь, а вершина, достигающая высоты 5895 метров, покрыта снежной шапкой. Повесть Эрнеста Хемингуэя «Снега Килиманджаро», опубликованная в 1936 году, сделала эту гору культовой. Поток туристов к «квадратной вершине» не иссякает, несмотря на то, что за восхождение на нее приходится платить от 500 до 700 долларов в зависимости от сезона. Это самая высокая гора нашей планеты, до вершины которой можно добраться просто пешком, без альпинистского снаряжения.

Неподалеку от Килиманджаро находится один из самых необычных земных вулканов – Олдойньо-Лэнгаи. Он расположен чуть южнее экватора, в зоне Великих Африканских рифтов – крупных разломов земной коры. Белая шапка на его вершине, возвышающейся над равниной Серенгети в северной Танзании, хорошо заметна издали. Это священная гора местного народа масаи, название которой означает «гора Бога». Желаящие взойти на ее вершину должны уплатить 10 долларов за право входа и еще нанять проводника за отдельную плату. Облик этой горы чем-то напоминает находящийся неподалеку главный африканский вулкан Килиманджаро, увенчанный снежным покровом. Однако белое вещество на Олдойньо-Лэнгаи совсем не снег, а кальцинированная сода. Откуда же сода появилась на макушке вулкана? Как ни странно, она изверглась из недр в виде лавы. Это единственный на Земле действующий вулкан, лава которого содержит много соединений натрия, кальция и калия, но очень мало кремниевых минералов, преобладающих в обычной вулканической лаве. Называется такая лава карбонатитовой, то есть обогащенной углекислым натрием (карбонатом натрия), а попросту говоря – кальцинированной содой.



Уникальный, единственный на Земле карбонатитный (содовый) вулкан Олдойньо-Лэнгаи в Танзании – маленькие вулканические конусы внутри большого кратера. Самая «холодная» лава извергается из уникального содового вулкана Олдойньо-Лэнгаи в Танзании – ее температура около $+600^{\circ}\text{C}$, что вдвое ниже, чем у обычной «каменной» лавы. Черная при извержении, эта лава через сутки становится совершенно белой после химической реакции с атмосферной влагой. Изображение <http://www.swisseduc.ch/stromboli/perm/lengai/aerials/icons/a258.jpg>

Из-за необычного химического состава температура этой лавы при извержении составляет чуть более $+500^{\circ}\text{C}$, что вдвое ниже, чем у «обычной» базальтовой лавы. Поэтому лава Олдойньо-Лэнгаи считается «холодной» и в светлое время суток выглядит черной, а только ночью становится заметным, что она раскалена и имеет темно-вишневый цвет. Охладившись и затвердев, она становится совершенно черной, но ненадолго. Атмосферная влага вступает с ней в химическую реакцию, в результате которой свежая лава уже через сутки приобретает серый, а затем и совершенно белый цвет.



Вулкан Олдойньо-Лэнгаи в Танзании. Большой кратер до краев заполнен белой содовой лавой. Ее потоки по склонам вулкана местные жители масаи называют бородой верховного бога Энгаи, чье имя и дано этой горе. Изображение <http://www.swisseduc.ch/stromboli/perm/lengai/aerials/icons/a265.jpg>

Кратер диаметром 400 метров до краев заполнен этим белым веществом, которое местами перетекает на склоны горы, а оттуда смывается дождями в реку, текущую в обширное мелководное озеро Натрон, расположенное на дне рифтовой долины. Постоянное пополнение этого озера вулканической содой привело к тому, что вода в нем превратилась в концентрированный содовый раствор. Несмотря на то, что подобная водная среда весьма неблагоприятна для живых существ, это озеро постоянно покрыто розовым ковром, состоящим из сотен тысяч малых фламинго. Они поглощают за день десятки тонн спироулины – крохотной сине-зеленой водоросли, содержащей бета-каротин, который и придает птицам характерную яркую розовую окраску.

7.

Теплая грязь из глубин Земли

Грязевые вулканы представляют собой невысокие конусы с отверстием на вершине, из которого периодически извергается черно-синяя или серая жидкая грязь, и выделяются различные газы, главным образом горючий метан. На земном шаре немало районов, где действуют такие небольшие вулканчики. Их можно встретить на Сицилии и вблизи Рима, в Новой Зеландии и в Центральной Америке, на острове Сахалин и на дне озера Байкал, близ курорта Трускавец в Предкарпатье и в долинах рек Молдовы, в Грузии, Туркмении, Дагестане, Ставропольском крае, но больше всего их в Азербайджане, в Крыму близ Керчи и на Таманском полуострове в Приазовье.

Древнейшим литературным источником, дающим описание грязевых вулканов, считается «Одиссея» Гомера, в которой автор назвал бурлящие кратеры нынешней Тамани входами в подземное царство. Сейчас эти необычные вулканы, которых здесь несколько десятков, ежегодно посещают тысячи людей, чтобы принять ванны из насыщенной солями лечебной грязи. Кашеобразная серая грязь поднимается на поверхность пузырьками нефтяных газов. За это грязевые вулканы прозвали гнилыми горами, горелыми могилами, «плеваками». Обычно эти вулканы невелики и имеют в поперечнике несколько десятков метров. Нередко в результате очередного извержения на месте грязевулканической сопки образуется озеро, а затем вместо озера вновь возникает горка из грязи.

Эти микровулканы приурочены либо к нефтегазоносным месторождениям, либо к «обычным» вулканам. Грязевые сопочки в районах действующих вулканов изливают горячую грязь, но совершенно не выделяют горючих газов. Такие грязевые вулканы характерны для Италии, Камчатки и Йеллоустонского заповедника в США.



Один из кратеров грязевого вулкана Шуго близ Анапы (Краснодарский край). Фото: Вячеслав Крыленко.
http://www.krylenko.com/glrShow/gallery/6-weekend-trips/6-Taman_07-2005/148-Vlk_Shugo/

Более распространены грязевые вулканы холодного типа, приуроченные к нефтегазоносным районам. Из них исходит горючий газ метан, а также углекислый газ, сероводород, иногда окись углерода и азот. Вулканические грязи содержат бром, йод, бор, что позволяет использовать их в лечебных целях. Температура грязи составляет летом от +12 до +20°C. Иногда в таких районах происходит выделение газов по трещинам в земной коре без образования вулканического холмика, причем нередко происходит самовозгорание газа. Такие явления хорошо известны в окрестностях Баку, где их называли «вечными огнями» и отображали на старинном гербе города в виде трех языков пламени, пылающих на черном фоне.

Многие из грязевых вулканов находятся в довольно спокойном состоянии. Город Темрюк, расположенный близ Азовского моря, в устье реки Кубани, мирно уживается с одним из них уже почти восемь веков. Этот вулкан с необычным названием Миска расположен прямо в центре города, а его склоны стали музеем под открытым небом – здесь размещена военная техника времен Великой Отечественной войны, в том числе самолеты и даже целый бронепоезд. Сейчас вулкан Миска ведет себя тихо – лишь небольшие пузырьки булькают в лужицах грязи на его вершине. Однако грязевые вулканы, несмотря на сравнительно небольшие размеры, могут быть опасными для людей, населяющих их окрестности. На Керченском полуострове и в Азербайджане известны случаи, когда обильные потоки грязи затапливали целые селения.

8.

Водяная «лава» песчаных вулканов

Странные песчаные холмы с родниками на вершинах, обнаруженные академиком В.А. Обручевым еще в начале XX века во время геологической экспедиции по пустыням Средней Азии, до сих пор остаются недостаточно известными, хотя это совершенно удивительные образования, которые называют гидровулканами или песчаными вулканами. Чуть ли не единственное место на

Земле, где имеются действующие гидровулканы – это пустынные районы Казахстана севернее Аральского моря и реки Сырдарьи. Особенно много их на восточном краю Приаральских Каракумов во впадине Мынбулак («Тысяча родников»). Здесь конусовидные холмы из водонасыщенных песков-пльвунов, достигают в диаметре 1 км и имеют до 30 метров в высоту. Участки распространения гидровулканов весьма опасны, земля здесь буквально проваливается под ногами. Тропы диких зверей тщательно обходят эти ненадежные места, а чабаны не гоняют там стада, поскольку животное, попавшее в насыщенный водой песок уже невозможно вытащить – его затягивает быстрее, чем в болотную трясину. Расположенные в засушливых районах, гидровулканы создают своеобразные ландшафтные микрооазисы, переувлажненные на наиболее высоких участках – макушках холмов. Эти вершинки заболочены и покрыты высокими зарослями тростника, а вот склоны и пространства между холмами – типичная пустыня. Если выносимая на поверхность вода минерализована, то после испарения влаги вокруг гидровулкана накапливаются отложения соли и образуется солончак.



Одноразовый гидровулкан, возникший на плантации в Южной Калифорнии во время землетрясения в 1979 году. Через кратер поперечником 30 см грунтовые воды хлынули на поверхность, вынося с собой песок, из которого образовался пологий конус диаметром 4 метра, перекрывший всходы. После землетрясения этот гидровулкан больше не действовал. Изображение <http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/selectpiclique/sandboils/sandboil1.jpg>

Активное вещество гидровулканов (своего рода «лава») – это артезианская вода с температурой не выше +17°C. Возникновение таких вулканов связано с гидродинамическими силами – напором грунтовых вод, в то время как обычные вулканы существуют за счет происходящих в глубине земли геологических процессов, сопровождающихся выделением тепла. Поэтому вода в гейзерах – горячая, а в гидровулканах она всегда холодная. Гидровулканизм не сопровождается никакими термальными процессами или выбросами газов, характерными для грязевых вулканов.

Для возникновения водно-песчаных вулканов требуется сочетание сразу нескольких благоприятных условий. Нужен и большой напор артезианских вод, и высокая водообильность глубинного горизонта, достаточная, чтобы вынести на поверхность значительное количество песчано-глинистой смеси. При этом лежащие выше слои горных пород должны быть достаточно легко размываемыми.

Многочисленные, но небольшие, поперечником до 10 метров, песчаные вулканы неоднократно возникали при землетрясениях к югу от Сан-Франциско в Калифорнии, и песчаная «лава» заливала клубничные плантации. Например, при землетрясении в 1979 году образовался одноразовый гидровулкан с кратером поперечником 30 см, откуда грунтовые воды хлынули на поверхность, вынося с собой песок, из которого образовался пологий конус диаметром 4 метра, перекрывший всходы. Впоследствии этот гидровулкан больше не действовал.



Песчаные конусы гидровулканов высотой около одного метра нередко возникают с внешних сторон дамб, обрамляющих русло реки Миссисипи в южных штатах США. Насыщенные песком грунтовые воды вырываются на поверхность во время половодья, когда резко возрастает давление на них массы речной воды. Изображение <http://pubs.usgs.gov/of/1998/of98-488/slide31.html>

Песчаные конусы гидровулканов высотой около одного метра нередко возникают с внешних сторон дамб, обрамляющих русло реки Миссисипи в южных штатах США. Насыщенные песком грунтовые воды вырываются на поверхность во время половодья, когда резко возрастает давление на них массы речной воды.

В Ирландии известны песчаные вулканы, сформированные песками-плавучими, выдавленными на поверхность под тяжестью вышележащих слоев глинистых пород. Несколько лет назад множество песчаных вулканов диаметром 100 м и высотой 5 м обнаружили даже на дне Атлантического океана западнее Британских островов на глубине 1 км.

9.

Древние вулканы вне Земли



Базальты, которыми образованы равнины лунных морей, различны по химическому составу. Поэтому лавовые потоки имеют цветовые оттенки, резко усиленным на этом фото, сделанном через светофильтры в телескоп с Земли. Синеватые участки – более древние лавы, обогащенные соединениями титана (около 10% диоксида титана). Изображение <http://antwtrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap060216.html>

На Луне отсутствуют крупные вулканические горы, подобные вулканам Земли. Однако излияния лав происходили в прошлом и там. Более 3 млрд. лет назад потоки расплавленного базальта, изливавшиеся из недр Луны через протяженные трещины в ее коре, растекались по днищам крупных впадин. Эти базальты почти не содержали летучих компонентов, «толкающих» лаву вверх, поэтому они растекались по широкой площади, не образуя вулканических гор. Возникшие в результате этого обширные темные равнины, называются лунными морями, хотя в них никогда не было воды.

Моря эти представляют собой абсолютно сухие равнины, покрытые черной базальтовой лавой, изверженной из лунных недр. Лишь по давней астрономической традиции эти темные области Луны называют морями. Ландшафт лунных «морей» – это каменная пустыня, покрытая мелким серым грунтом, который образовался из верхнего слоя застывшей лавы, раздробленного ударами микрометеоритов и постоянными сильными колебаниями температуры. Примерно 3 млрд. лет назад вулканическая активность Луны замерла, исчерпав практически всю тепловую энергию своих недр.

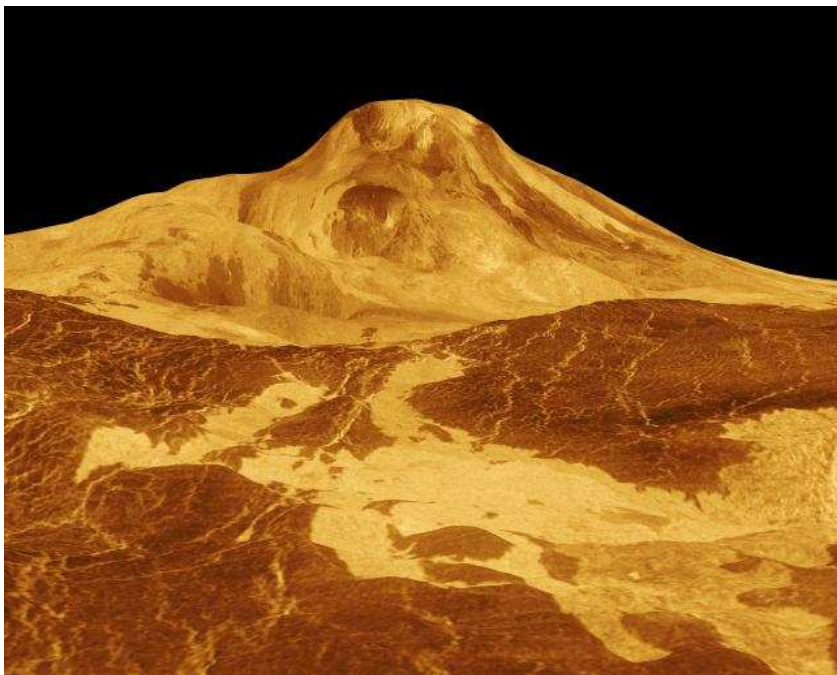
На Марсе расположен крупнейший вулкан Солнечной системы – гора Олимп. Его диаметр 600 км, а высота – 24 км. Там имеется также и еще с десяток довольно крупных вулканов, намного превышающих по размерам своих земных собратьев. Образованию этих вулканов-гигантов способствовала пониженная сила тяжести на Марсе и достаточная газонасыщенность базальтовой лавы.



Гора Олимп на Марсе – крупнейший вулкан в Солнечной системе. Его высота от подножья до кратера более 24 км, а поперечник достигает 500 км. Изображение http://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Olympus_Mons.jpg

Вулканическая активность на Марсе продолжалась гораздо дольше, чем на Луне, поскольку он крупнее по размеру и в его недрах имелось больше тепловой энергии. Но в период между 100 и 10 млн. лет назад вулканизм замер и на Марсе. Несмотря на то, что сейчас эта планета весьма интенсивно исследуется с помощью автоматических станций, следов современной активности вулканов на Марсе не обнаружено.

Венера, которая по размеру почти такая же, как наша Земля, является рекордсменом по количеству вулканов – их там более 1600. Это больше, чем на какой-либо из планет. Кроме того, на Венере несколько сот тысяч мелких вулканических холмов. Более ¾ поверхности Венеры – равнины, покрытые базальтовыми лавами, сходными с теми, что слагают дно океанов на Земле.



Титан, крупнейший из спутников Сатурна (его диаметр в 1,5 раза больше, чем у Луны), изучен пока недостаточно подробно, тем не менее на нем обнаружены довольно крупные куполовидные возвышенности диаметром от 10 до 30 км, окруженные потоками, напоминающими застывшую лаву. Это, безусловно, вулканы, но вот лава, окружающая их должна быть весьма своеобразной.

В холодных условиях Титана, при температуре поверхности -180°C , роль каменных горных пород отведена водному льду, а роль воды выполняет жидкий метан. На Титане происходит круговорот метана, аналогичный круговороту воды на Земле. Из недр газообразный метан попадает в атмосферу при вулканических и тектонических процессах.

В качестве лавы на Титане скорее всего могла выступать вода либо желеобразная водно-аммиачная смесь, которая замерзает при весьма низкой температуре, около -100°C .

Крупнейший вулкан Венеры – гора Маат – возвышается на 5 км над прилегающей равниной, покрытой базальтовой лавой, излившейся из этого вулкана. Не исключено, что гора Маат – это действующий вулкан. Во всяком случае это наиболее молодой из вулканов Венеры. Радарный снимок со станции «Магеллан», «натянутый» на топографию местности. Изображение http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA00254_modest.jpg

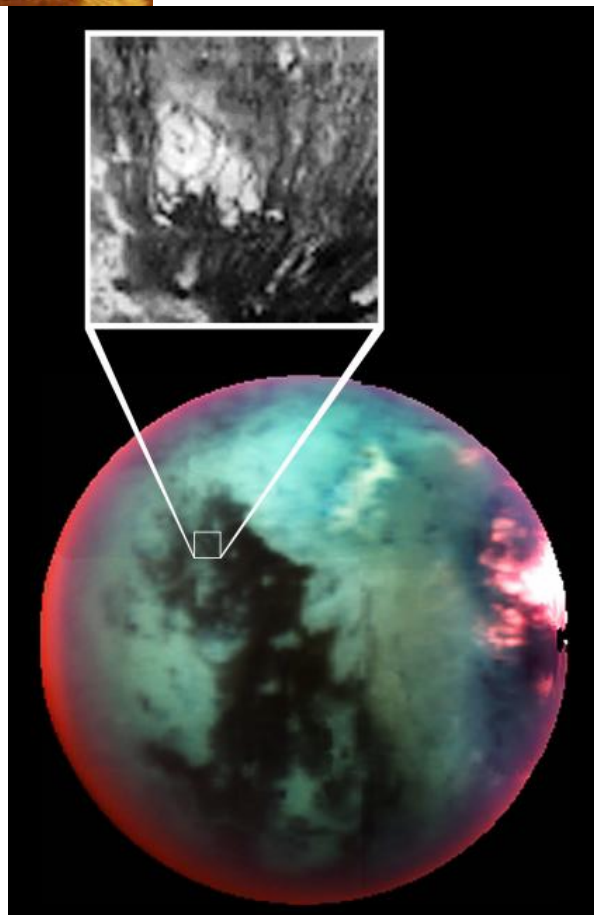
Их химический состав был неоднократно определен при посадках советских автоматических станций «Венера» и «Вега» в различных районах планеты.

Среди структур рельефа, выявленных на поверхности Венеры по радиолокационным снимкам, особый интерес представляют венцы. Они впервые были обнаружены при анализе данных, полученных с отечественных искусственных спутников «Венера-15» и «Венера-16» в 1983-84 гг. Венцы представляют собой округлые возвышенности диаметром от 100 до 600 км, состоящие из кольца горных гряд с межгорным плато в центре. Плато расположено ниже, чем кольцо гряд, но выше, чем равнинная местность, прилегающая к кольцу снаружи.

Таких венцов на Венере несколько сотен. Считается, что эти структуры образовались над так называемыми мантийными плюмами – потоками разогретого материала, поднимающегося к поверхности из частично расплавленной глубинной оболочки (мантии), расположенной под твердой корой планеты. Вокруг многих из венцов отчетливо видны застывшие лавовые потоки, расходящиеся в стороны в виде широких языков или обширных покровов с фестончатым внешним краем.

Венцы могли служить основными источниками, через которые на поверхность планеты поступало расплавленное вещество из недр. Застывая, эти лавы сформировали обширные равнинные участки, занимающие теперь основную, около 80%, часть территории Венеры. Названия этим изобильным источникам расплавленных горных пород даны по именам богинь, связанных с плодородием, землей, изобилием, рождением.

Достоверных следов современной геологической активности на Венере не обнаружено. Считается, что за последние 500 млн. лет там не произошло сколько-нибудь существенных изменений. В возможной активности «подозревается» только один из крупнейших вулканов планеты – гора Маат, поперечник которой 400 км, а высота – 11 км. Чтобы точно установить, действует ли этот вулкан, потребуется вновь провести его съемку и посмотреть, не появились ли на его поверхности новые лавовые потоки или другие отложения вулканического материала.



Вулкан Тортола на Титане, спутнике Сатурна. Предполагается, что вытекающая из него лава – это водно-аммиачный лед. http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA07965_modest.jpg

Исследования Титана, продолжающиеся сейчас с европейско-американской автоматической станции «Кассини», должны выявить, насколько активной была вулканическая деятельность в этом мире холода и продолжается ли она до сих пор.

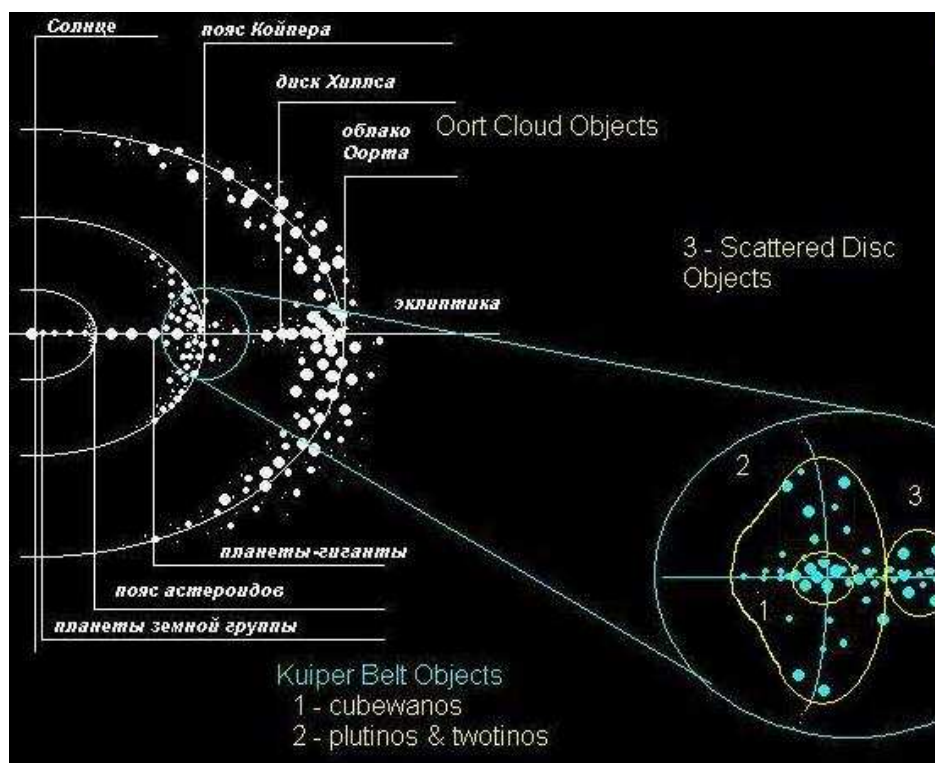
Георгий Бурба, кандидат географических наук (специально для журнала «Небосвод»)

АСТЕРОИДНАЯ ОПАСНОСТЬ (УГРОЗА ИМПАКТА)



1. Формирование астероидов и карликовых планет.

Для того, чтобы проанализировать вероятности, причины и последствия столкновений с нашей планетой различных космических объектов, следует начать с современных взглядов на строение и формирование нашей планетной системы [1,2,3,4]. Её принципиальная схема в разрезе, перпендикулярном к плоскости эклиптики, представлена на рисунке 1 ниже (масштабы условны).



Итак, каким же образом возникали астероиды и кометы – тела, с которыми связан риск импакта? Когда в протопланетном газо-пылевом диске проявилась гравитационная неустойчивость, он начал фрагментироваться. Его материал начал аккумулироваться в планетезимали, основы для образования будущих планет. Затем началась эпоха гигантских столкновений планетезималей различной массы и плотности, эпоха катастрофической бомбардировки, которая длилась от 60 до 100 млн. лет, и завершилась формированием планет и крупнейших кратеров на их поверхности – результатов последних соударений. При вязких столкновениях на низких скоростях планеты росли, поглощая врезающиеся в них планетезимали. При высокоскоростных столкновениях пространство наполнялось обломками. Растущие группы планет очищали свою зону питания, выбрасывая мелкий материал на периферию группы. Так появились: пояс астероидов, пояс Койпера и облако Оорта, состоящие из осколочного материала и планетезималей, не успевших принять участия в аккумуляции планет. С той поры движение всех объектов в Солнечной системе весьма строго синхронизовано. Почти весь материал, который мог столкнуться с планетами, столкнулся с ними, остальной обращается в резонансах. Но есть и редчайшие исключения, о которых и пойдёт речь.

Современный подход связан с новыми результатами, говорящими о том, что железные метеориты могли образовываться раньше хондр. Похоже, что в начале формировались планетезимали (в области, где потом появятся планеты типа Земли, там где динамическое время невелико), а потом, в результате разрушения планетезималей, образовывались хондры. Тогда же из тех же планетезималей могли сформироваться железные метеориты.

Что, в общем, не вызывает сомнений. Естественно, что формирование планетезималей – процесс некатастрофический, связанный с медленной аккумуляцией вещества протопланетного диска. А весь мелкий астероидный материал формировался уже в эпоху их катастрофических столкновений, из осколков при соударениях крупных планетезималей на космических скоростях, которые потом выметались пертурбационными процессами на периферию планетной группы, образуя пояс астероидов. Большинство астероидов и метеоритов по составу – скалы и даже металлические скалы, явно поднятые ударными процессами из почти сформированных

планетных недр современного вида. Они не могли сформироваться сами, из окружающего вещества. По поводу же группы планет гигантов. Мы недавно наблюдали один из последних отголосков "питания" Юпитера, когда в него врезалась разрушенная им комета. А когда-то такие эпизоды случались с телами класса Титана и Тритона...

Масса однотипных групп планет примерно пропорциональна площадям, заметаемым этими группами в их орбитальном движении, так как эти площади протопланетного диска и являются зонами их питания при аккумуляции. Поэтому, масса планет земной группы на два порядка ниже массы группы планет-гигантов, и масса пояса астероидов находится в той же зависимости с массой пояса Койпера.

Численные эксперименты Морбиделли и Ипатова показали, что при стандартном распределении масс в протопланетном диске, при

достижении исходными планетезималями в зоне Нептуна эксцентриситета 0,3-0,4, происходит массивный выброс тел на эллиптические и даже гиперболические орбиты, обогащающий избыточной материей внешние области системы. При этом тела больших масс растут быстрее. Рост массы тела прогрессивно воздействует на дальнейшую аккумуляцию, способствуя всё более широкому захвату планетезималей. Чем массивнее тело, тем быстрее оно формируется, способствуя своим гравитационным воздействием дальнейшей фрагментации протопланетного диска.

2. Пояс астероидов.

2.1. Введение.

Термин «астероид» введён Уильямом Гершелем. Астероидом считается любой твёрдый объект, превышающий 50 м в поперечнике, орбита которого расположена, в среднем, до орбиты Юпитера. В настоящий момент их известно около 400 тыс., но общее число может приближаться к двум миллионам. Большинство астероидов сосредоточено в пределах пояса астероидов, расположенного между орбитами Марса и Юпитера.

Самым крупным астероидом в Солнечной системе считалась Церера, имеющая размеры приблизительно 975×909 км, но с 24 августа 2006 года она получила статус карликовой планеты. Два других крупнейших астероида - Паллада и Веста - имеют диаметр ~500 км. Наиболее известными астероидами меньших размеров являются Эрос, Адонис, Икар, Аполлон и Гермес. Общая масса всех астероидов главного пояса оценивается в 4 % от массы Луны.

Первый и крупнейший объект пояса, Церера, был обнаружен итальянским астрономом Пиацци в 1801 году. В 1891 Макс Вольф впервые использовал для поиска астероидов метод астрофотографии, при котором на снимках с большим периодом экспозиции астероиды оставляли короткие линии, что значительно увеличило продуктивность исследований. В последние десятилетия XX века к изучению астероидов и их орбитальных параметров подключились и автоматические средства поиска.

2.2. Потенциально опасные объекты.

Потенциально опасными объектами (ПОО) считаются все астероиды, способные приближаться к Земле на расстояние, меньшее или равное 0,05 а. е., абсолютная звездная величина которых не превышает 22.[1] Если принять среднее значение альбедо астероидов равным 0,13, то в этот зазор параметров попадает любой астероид, имеющий свыше 150 метров в поперечнике. Объект меньшей величины не считается способным произвести значительные разрушения.

Туринская шкала опасности классифицирует объекты по баллам от 0 (нет шансов на встречу с Землёй) до 10 (шанс велик, импакт может привести к массовому вымиранию флоры и фауны). Наибольшей потенциальной опасностью по этой шкале обладают группы Аполлона и Атона.

Одним из наиболее известных объектов группы Атона является Апофис (Aphorhis 99942) массой 50 млн. тонн и диаметром 320 м, тесное сближение которого с Землёй ожидается в 2029 году. В 2004 году Служба по контролю за околоземными объектами при NASA (Near Earth Object Program Office) присвоила ему два балла по Туринской шкале. Позже специалисты присвоили астероиду ещё два балла дополнительно (вероятность столкновения при последующих сближениях превышает один процент; в результате возможны локальные разрушения). Максимальное сближение с Землёй ожидается 13 апреля 2036 года, в 4:36 по Гринвичу. Относительная скорость при этом составит 12 км/с. Тротиловый эквивалент при импакте мог бы составить около 800 мегатонн в тротиловом эквиваленте, но специалисты на 99,7% уверены, что объект пролетит мимо Земли на расстоянии не менее 30 тысяч километров.

2.3. Примеры.

Следует отметить, что столкновения Земли с малыми астероидами осколочного пояса – не редки.

Астероид 2008 TC3 был впервые обнаружен всего за 20 часов до того, как полностью испарился в атмосфере над территорией Судана 7 октября 2008 года.

Астероид 2009 DD45 был обнаружен 28 февраля 2009 года, за три дня до того, как он приблизился к Земле на минимальное расстояние, в ходе работ на оборудовании обсерватории Сайдинг-Спрингз в Австралии. Астероид максимально сблизился с Землёй 2 марта 2009 года в 13:44 по Гринвичу. Его можно было видеть невооружённым глазом в небе над южной частью Тихого океана. Размеры оценивались в 27-50 метров. Расстояние до Земли – 70 тыс. км. Приблизительный характер приводимых здесь цифр связан с тем, что диаметр астероидов вычисляется на основании их среднего альбедо. Так как астрономы точно не знают, какое количество света отражает поверхность 2009 DD45, они исходят из средних значений. Скорость движения, относительно Земли составляла 20 км/с. При столкновении энергия взрыва равнялась бы 1 мегатонне в тротиловом эквиваленте. Однако астероид имел мало шансов долететь до поверхности. Скорее всего, столкновение завершилось бы высотным взрывом. NASA в настоящее время отслеживает, в основном, самые крупные объекты, диаметр которых составляет более километра. Опасность, которую астероиды представляют для планеты, не расценивается как существенная. По современным оценкам, столкновения с ПОО (по самым пессимистическим прогнозам) вряд ли происходят чаще, чем раз в сто тысяч лет. Фактически, за последний миллиард лет, предположительно, имели место только два «десятибалльных» импакта – 250 и 67 млн. лет назад, отделивших соответственно – Палеозойскую, Мезозойскую и Кайнозойскую эры развития жизни. При направлении к Земле небесного тела размеров, достаточных для того, чтобы вызвать заметные разрушения, астрономы смогут его обнаружить.[5,6] Кроме того, при столь редких катастрофических импактах, нет решительно никаких шансов, что очередной из них произойдёт именно в эпоху НТП, когда ими впервые заинтересовались. Поэтому истерия, нагнетаемая в СМИ по поводу «астероидной опасности», не имеет под собой ни малейших оснований.

2.4. Возможные последствия астероидного импакта.

Несмотря на всё вышеизложенное, разберём возможные последствия подобного столкновения. Основными поражающими факторами, как и при любом взрыве большого масштаба, являются: ударная волна, электромагнитное излучение (тепловое, световое, электромагнитный импульс (ЭМИ)), сейсмическая волна, приливная волна (цунами). Большинство этих факторов мы рассмотрим ниже, при анализе кометного импакта. Здесь же отметим, что только для астероидов, поскольку они состоят из твёрдых пород, характерна возможность наземного, подземного и подводного взрывов, влекущих за собой сейсмические волны, а также цунами высотой от десятков до сотен метров, представляющие угрозу для островных поселений и прибрежных городов, и гидроакустические ударные волны, представляющие опасность для морской фауны, судов и подводных аппаратов.

2.5. Возможные аппаратные меры.

В последние годы стали весьма популярны планы ракетного «перехвата» потенциально опасных астероидов. К примеру, для того, чтобы изменить траекторию Апофиса на два км., достаточно, при помощи ракеты-носителя, сбросить на него снаряд-импактор массой в одну тонну со скоростью 2 км/с при сближении, предшествующем сближению 2029 года. Но попасть надо с точностью порядка 100 метров. И это ещё полбеды. Как уже писалось выше, движение тел в Солнечной системе весьма синхронизовано. И, если Апофис не представлял угрозы для Земли в течение нескольких миллиардов лет, то как раз попытка «поправить» его движение ракетным залпом может привести к десинхронизации. И действительно создать из этого астероида потенциально опасный объект. Кроме того, многие видят в подобных планах замаскированную попытку окончательно похоронить конвенцию о неразмещении оружия в космическом пространстве.

3. Пояс Койпера и Кентавры.

3.1. Введение.

В 1951 году американский астроном и космолог Джерард Койпер (Gerard Kuiper) [1], на основании наблюдений ряда малоразмерных объектов (в основном комет), пересекающих радиус орбиты Нептуна, высказал предположение о существовании в диапазоне 35-50 а.е. от Солнца пояса планетоидов, являющегося источником периодических комет. 80-90ые годы XX века и первые годы века текущего стали эпохой открытий, в корне изменивших наши представления о характере распределения материи на значительных расстояниях от Солнца. Первым, задолго до гипотез Койпера, был обнаружен Плутон. Открытие принадлежит Клайду Томбо, наблюдателю Ловелловской обсерватории в 1930 году. Изучение параметров Плутона мало прояснило их взаимосвязь с возмущениями орбиты Нептуна. Исследователю, во многом, повезло.

В 1992 году, после 5 лет систематических поисков, Гавайской обсерваторией был открыт первый, после Плутона и Харона, транснептуновый объект QB1 (период 291 год, орбита круговая, перигелий 40,9 а.е., афелий 47,8 а.е., диаметр оценивается около 283 км.) На март 1999 года было открыто 113 объектов пояса Койпера (Edgeworth-Kuiper Belt Objects), сейчас их известно несколько тысяч. Крупнейшие из них (помимо Плутона), имеют диаметр от 1000 км. до 3000 км. Наименьший из наблюдаемых - 96 км. Средний диаметр оценивается от 300 до 500 км. Плутон является лишь крупнейшим в широком классе подобных объектов, Международный Астрономический Союз (International Astronomical Union, IAU) пришёл к решению не сохранять за ним традиционный статус планеты, а внести его, наряду с другими объектами его класса в число карликовых планет (lesser planets). Объектов класса Плутино (Plutinos) на подобных орбитах ожидается от 35 000 (Стерн, 2000 год) до 70 000 (Джевит, Левисон и Дункан, 1997, 1999 годы). Плутону, в ряду транснептуновых объектов (ТНО), присвоен порядковый номер.

В 2005 году последовало практически одновременное сообщение нескольких исследовательских групп об обнаружении (в 2003-2004 годах), целого ряда классических и неклассических объектов (2003 EL61, имеющий собственный спутник, а также 2005 FY9 и др.), один из которых (2003 UB313, K31021C) по диаметру (около 3000 км) превышает Плутон.

Каждый месяц наблюдений приносит информацию о десятках подобных, ранее не изученных, тел [2]. Суммарная масса объектов составляет внушительную часть массы планеты земной группы (пессимистичная оценка) – от 0,02 до 0,5 масс Земли по расчётам Вейсмана (1995), Джевитта (1999), Морбиделли (1999), Малхотры (2000), Стерна (1995). В 1998 году Андерсон и др., на основании траекторных данных движения АМС «Пионер-10», оценили массу пояса как 0,1 от массы Земли, однако этот результат получен только по одной из возможных траекторий (аппарат мог пройти вдали от скопления массивных объектов) [1].

Далее, мы будем предполагать массу в диапазоне между данной оценкой Андерсона (0,1 массы Земли) и Хэмида (1,3 массы Земли), доверяя наиболее проверенным наблюдательным и теоретическим данным. Наиболее сложной является оценка размеров и массы объектов. Достоверно измерены только диаметры и альбедо Плутона и Харона.

Для остальных ТНО, по традиции, вычисляют диаметры по отражённому световому потоку, исходя из альбедо загрязнённого льда (60-80%), что может сильно отличаться от действительности. Если, например, типовой ТНО имеет альбедо, равное значению для Харона (около 10%), ошибка оценки диаметров составляет свыше двух раз. Масса, тем более, остаётся в рамках самых приблизительных оценок. Состоят ТНО из льда, как исходно предполагалось, или из более тяжёлых элементов – неизвестно.

Результат может различаться в несколько раз. Также не вполне достоверны орбитальные параметры многих объектов, так как они вычисляются по нескольким точкам на очень коротком участке орбитального эллипса. В последние годы за объектами пояса закрепились названия «транснептуновые объекты» (ТНО) (Trans-Neptunian

population), «малые, карликовые планеты» (lesser planets) или «койпероиды» (kuiperoids). Некоторые издания позволяют расширять на них понятие minor planets, по аналогии с предыдущим поясом.

3.2. Кентавры (Centaurs).

Так называют незначительное количество малых объектов, расположенных в том же диапазоне орбит, что и планеты-гиганты

3.3. Класс Плутино (Plutinos).

Имеет резонансные орбиты, среднее движение которых составляет 3:2 со средним движением Нептуна. Большая полуось орбит составляет 39 а.е. Различны только эксцентриситеты (0,11-0,35), наклоны их орбит к плоскости эклиптики имеют хаотический характер. При этом перигелий близок 26 а.е, афелий – 53 а.е. Резонанс 3:2 стабилизирует орбиты этих объектов, не позволяя им сближаться с Нептуном, несмотря на тот факт, что, например, орбита Плутона пересекает орбиту Нептуна. Типичным крупным представителем является Плутон.

3.4. Объекты класса Кубевано и Твотино.

Орбиты почти круговые. Диапазон для больших полуосей 40-48 а.е. Орбиты лежат близко к плоскости эклиптики. Объекты, вероятнее всего, шарообразны и имеют средний диаметр порядка 300-500 километров.

3.5. Объекты рассеянного диска (Scattered Disk Objects – SDOs).

Орбиты почти круговые. Диапазон для больших полуосей 40-48 а.е., наклон к плоскости эклиптики находится в большем диапазоне разброса значений. Имеют средний диаметр порядка 400-600 километров.

3.6. Неклассические объекты (Unclassified Objects).

Несколько объектов с большой полуосью 36 а.е. и эксцентриситетом 0,1 имеют резонанс 3:4 с Нептуном. Ещё два объекта с большой полуосью 42,2 а.е. и эксцентриситетом 0,2 имеют резонанс 3:5 с Нептуном. Несколько объектов движутся в резонансе 4:5.

3.7. Седна (Sedna).

Открыта в 2003 году. Диаметр оценивается около 1600 км. Уникальной особенностью объекта является большая полуось орбиты, составляющая свыше 922 а.е., среднее удаление около 500 а.е., период обращения 12,5 тыс. лет. Считается подобной объектам облака Оорта, но предположение это чисто гипотетическое, так как облако Оорта располагается значительно дальше (см. ниже).

4. Гипотетические объекты.

4.1. Плоское облако Хиллса (Hills Objects).

В 1981 году Хиллс [1] предположил существование плоского кометного облака, лежащего в плоскости эклиптики на расстоянии 1000-10000 а.е. от Солнца. Согласно Бейли (1990) оно пересекается с облаком Оорта (см. ниже). Цицин (1993) считал, что «ансамбль реликтовых планетезималей начинается с астероидного пояса и простирается до внешней части облака Хиллса».

4.2. Облако Оорта (Oort cloud).

В 1950 году Ян Хендрик Оорт (Jan Hendrik Oort) (1900-1992) [1,2] предположил существование массивного облака объектов, имеющего форму, близкую к сферической, возможного источника долгопериодических и гиперболических комет (в последний раз предположение исследовано Талкотом в 1999 году) в области от 10000 до 150 000 а.е. от Солнца (по ряду оценок, может простираться до одного светового года от центра системы). В данное время большинство астрономов считает пространство за орбитой Нептуна заполненным телами, аналогичными крупным кометам, которые считаются основой пояса

Койпера (хотя, уже в самом поясе Койпера кометного материала практически не оказалось, он состоит из относительно крупных тел). Предпочитаемое большинством авторов название для этого объекта – «диффузное кометное облако». По данным Уигерта, Трэмэйна, Вейсмана и Левисона (1997), облако содержит $1 \cdot 10^{13}$ комет, пришедших из зоны, лежащей в радиусе орбиты Юпитера. Известен необычный объект 1996PW (большая полуось 322 а.е., малая полуось 2,54 а.е., $e=0,9921$, наклон 29,9, диаметр около 10 км.), существование которого косвенно свидетельствует в пользу гипотезы данных авторов.

Однако, существует и альтернативная точка зрения [4], согласно которой, кометного вещества меньше, чем считалось ранее. «Общая масса кометного вещества в поясе Оорта может быть в 10 раз меньше, чем это считалось ранее» - таким выводам пришли доктор Пол Вейссман (Paul Weissman) из Лаборатории реактивного движения (NASA Jet Propulsion Laboratory, JPL) и доктор Алан Штерн (Alan Stern) из Юго-западного исследовательского института (Southwest Research Institute), опубликовавшие статью в журнале "Nature" в выпуске от 1 февраля. Согласно их гипотезе, все кометы, размеры ядра которых не превышали 20 км, погибли еще на ранних этапах формирования Солнечной системы. Причиной этого были столкновения как между самими кометами, так и с планетами. В результате этого сейчас в поясе Оорта есть только крупные небесные тела и их масса не так велика, как это было принято считать раньше. Предыдущие модели формирования пояса Оорта не учитывали столкновения между кометами размером менее 20 км.

Облако Оорта не считается этой группой авторов значительным резервуаром комет, предполагается наличие в нём систем крупных массивных тел.

4.3. Планетары (Planetars).

По некоторым предположениям, за облаком Оорта начинаются области объектов, не связанных с системой Солнца, а самостоятельных в составе местного скопления. За этими гипотетическими объектами в последние десятилетия закрепился термин «планетары».

5. Угроза импакта с периферии системы.



Рис.2.

В связи с тем, что последствия столкновения с объектами, пришедшими из областей обращения Кентавров, пояса Койпера и облака Оорта однотипны, рассмотрим их одновременно. Все эти объекты – кометы и их фрагменты. Их происхождение, так же как и происхождение астероидов, можно разделить на две группы – остатков реликтовых планетезималей и осколков, возникших при столкновениях планетезималей на этапе катастрофической бомбардировки. Состав этих тел, предположительно, - загрязнённый водяной лёд и замёрзшие газы, такие как кислород, водород и метан. Столкновения этих тел происходили с ничтожными относительными скоростями, ввиду того, что орбитальные скорости в данных областях пренебрежимо малы. При приближении к Солнцу кометы разрушаются, как термически, так и под воздействием солнечного ветра. Иногда разрушение имеет постепенный характер. Иногда оно происходит и в ходе кометных «вспышек», взрывов комет в свободном пространстве, природа которых до конца не выяснена. Распад комет на мелкие фрагменты и их частое прохождение вблизи планет-гигантов приводит к гравитационной пертурбации и хаотическому нарушению синхронизации орбит, что делает кометные фрагменты наиболее вероятным материалом для импакта в Солнечной системе. Тому масса примеров. Скажем, по данным NASA, знаменитый Тунгусский метеорит являлся частью кометы Энке, которая входит в поток Бета-Таурид. Тритиловый эквивалент тунгусского взрыва косвенно оценивается в диапазоне от 4 до 20 мегатонн. Наиболее эффектным было памятное столкновение фрагментов кометы Шумейкера-Леви с Юпитером. В начале 1994 года комета имела следующие параметры: перигелий 5,381 а. е.; эксцентриситет 0,216; наклонение орбиты к эклиптике $6^{\circ}00'$; аргумент перицентра $354^{\circ}53'$; долгота восходящего узла $220^{\circ}32'$; средняя аномалия $242,7^{\circ}$; сидерический период 18,0 лет. Абсолютная звёздная величина кометы 6m. Сразу после разрушения, при очередном сближении с планетой в июле 1994 года, все фрагменты кометы, поочередно, врезались в атмосферу Юпитера со скоростью 64 км/с, вызвав возмущения облачного покрова (наблюдалось 21 столкновение, так как некоторые фрагменты до падения, в свою очередь, распались). Падение фрагментов происходило с 16 по 22 июля. Тритиловый эквивалент каждого взрыва оценивался от десятков до сотен гигатонн.

Совсем недавно, уже в июне текущего года Энтони Весли, при наблюдениях в домашней обсерватории зафиксировал ещё один подобный импакт. На рис.2 представлены типичные результаты «кометных импактов» в атмосфере Юпитера, на поверхности его спутника Ганимеда. Справа вверху, для сравнения, приведён Аризонский метеоритный кратер на Земле – след типичного «малого астероидного импакта».

Очевидно, что кометные фрагменты – наиболее масштабные, мощные и, если так можно выразиться, « типовые » естественные «импакторы» Солнечной системы. Частоту их падения можно приблизительно определить следующим образом. Так как через орбиты Земли и Юпитера проходит примерно равное число кометных траекторий, а эффективная площадь аккумуляции у Юпитера на два порядка больше, чем у Земли, частота столкновений Юпитера с кометным материалом, условно говоря, в сто раз выше. Он всё ещё активно продолжает очищать свою зону питания, как и на заре формирования планетной системы. И эти импакты – последние, слабые отголоски того процесса, который ранее был постоянен. Если на Юпитер крупные кометные фрагменты попадают один раз в 15 лет, то Земля встречается с ними один раз в полтора тысячелетия. Один раз в 1500 лет случается очередная «Тунгуска» того или иного масштаба. Скорости встречи с кометным материалом варьируются от 60 до 100 км/с, что эквивалентно ядерному взрыву бомбы сходной массы. Ввиду своего состава, даже крупные фрагменты комет не в состоянии преодолеть тропопазу и достигнуть земной поверхности. Поэтому столкновение заканчивается высотным термическим взрывом. Подобным Тунгусскому. Поражающие факторы, так же, точно эквивалентны поражающим факторам ядерного взрыва, за исключением радиоактивного заражения. Тепловое излучение вызывает огневые штормы на поверхности, а ударная волна

разрушает технику и постройки, вызывает у незащищённых людей ожоги, контузии и компрессионные разрывы тканей и т. п. Не следует забывать и о том, что в приземном слое ударная волна переходит в ударно-пластическую, нагоняя перед собой пыль, камни, обломки деревьев и сооружений с околосветовыми скоростями. Температура во фронте волны, даже на значительных расстояниях от эпицентра, может достигать сотен градусов. При этом в поражённом районе заметно (иногда на часы) меняется состав атмосферы – значительная часть кислорода связывается в угарный газ и окись азота. В то же время, электромагнитный импульс способен выводить из строя информационную технику, устройства управления и связи. Как и при любом высотном взрыве, взаимодействие с ионосферой и альвеновским слоем приводит к генерации вторичного длинноволнового ЭМИ, способного выводить из строя линии электропередачи, кабельной связи, электростанции и подстанции в радиусе тысяч километров даже от сравнительно небольшого взрыва. Взрывы тротильным эквивалентом до 10 гигатонн не влекут за собой значительного ущерба экологии планеты. Более мощные могут привести к эффектам, аналогичным «ядерной зиме». Приблизительные радиусы зон пожаров и разрушений вокруг эпицентра, при различных тротильных эквивалентах высотных взрывов, приведены ниже.

Тротильный эквивалент	Радиус поражения
1 Кт	1.3 Км
10 Кт	2.5 Км
100 Кт	8 Км
1 Мт	17 Км
10 Мт	38 Км
100 Мт	90 Км
1 Гт	200 Км
10 Гт	450 Км
100 Гт	1000 Км

При этом, следует учитывать, что область поражения при столкновении асимметрична (вспомните характерную «бабочку» вывала леса при Тунгусском взрыве). Аппаратная защита от кометного фрагмента невозможна, так как любая попытка его отклонения от траектории приведёт к его дроблению. Соответственно, единственный импакт эквивалентом сто мегатонн предпочтительнее ста взрывов по одной мегатонне каждый на большой площади. Наилучшей защитой является хорошая организация гражданской обороны. Даже при стомегатонном взрыве в тропопазе типовое противоатомное убежище даёт почти стопроцентную гарантию выживания укрывшихся в нём людей.

Завершить данный обзор хотелось бы на оптимистичной ноте. Вероятность реализации риска всех перечисленных катастроф, как мы видели, ничтожно мала.

Дмитрий Бобылёв, Июль 2005 г.
<http://astronomy.ru/forum/> (модератор форума)

Публикуется с разрешения автора. Веб-версия статьи находится на сайте Виталия Шведун «Два Стрельца»
<http://shvedun.ru>

Библиография.

1.Ипатов С.И. Миграция небесных тел в Солнечной системе. М. Эдиториал УРСС, 2000.

2.Уральская В.С. Объекты внешней области солнечной системы. АК ВАГО Выпуск 102 . М. Космоинформ, 2000, стр.186-193.

3. Мину-обзор *arxiv:0903.3008* Образование Солнечной системы (Solar System Formation)
 Authors: A. Crida

4. *Letters to Nature*
Nature 409, 589-591 (1 February 2001) |
 doi:10.1038/35054508; Received 28 September 2000; Accepted 13 December 2000
 Rapid collisional evolution of comets during the formation of the Oort cloud
 S. Alan Stern¹ & Paul R. Weissman²

5. Б. Ю. Левин, В. А. Бронштэн. *Астрономический вестник*. 1985. т. XIX, N4

6. Материалы сайтов:

<http://www.astronomy.ru>

<http://www.nasa.gov>

<http://beon.ru/science-space-exploration-aircraft/>

<http://www.cfa.harvard.edu/mpec/K09/K09K25.html>

<http://www.inauka.ru/space/article72475.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/2004_MN4

Posted by Frank J. Cernik on 7/19/2009 6:53 PM

http://www.astromart.com/news/news.asp?news_id=966

<http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,59159.0.html>

<http://astronet.ru/db/msg/1235615>

[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%B%D0%BA%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%AE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D1%81_%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%BC_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%BC_\(2009\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%B%D0%BA%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%AE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D1%81_%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%BC_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%BC_(2009))

Пояс Койпера и облако Оорта.

<http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,14655.0.html>

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0_%D0%A8%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2_%E2%80%94%D0%9B%D0%B5%D0%B2%D0%B8_9

Периферия

<http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,15424.0.html>

<http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,52639.0.html>

http://xray.sai.msu.ru/~polar/sci_rev/208.html#arxiv/0903.3008

<http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,12786.0.html>

<http://www.nature.com/nature/journal/v409/n6820/abs/409589a0.html>

Калькулятор импактов:

<http://simulator.down2earth.eu/#>

Хотелось бы выразить особую благодарность Сергею Попову, Дмитрию Вибе, Стасу Короткому, Денису Денисенко, Олегу Тучину, редакции, участникам и обозревателям форума сайта www.astronomy.ru : Vitaliy, Artom, Encycler, dims, pumba, nsg, Mars, и многим другим собеседникам в ходе дискуссий, а также авторам материалов по данной тематике в сети Рунета.

Встреча сибирских астрономов «СибАстро-2009»

География участников очень обширна – она охватывает 21 город от Урала до Байкала, были также участники из европейской части России и Казахстана. Погода не подвела – теплые и ясные ночи позволили сполна насладиться видами звездных скоплений, туманностей, а самым популярным объектом стал Юпитер с его постоянно меняющимися свое положение спутниками. Два десятка телескопов под управлением знающих гидов всю ночь работали на площадке.



18-20 сентября 2009 года в пригороде Новосибирска прошел Сибирский астрономический форум «СибАстро-2009». Это был уже четвертый по счету Форум, который стал рекордным по числу участников - 265 любителей астрономии, преподавателей, школьников и просто интересующихся звездной наукой собрались в лагере «Чкаловец» в районе Бурмистрово.

На этом «СибАстро» собралось несколько астрофотографов, которые по уровню своей работы достигли и в чем-то даже превзошли мастерство профессиональных астрономов. Игорь Чекалин из Таганрога поделился секретами получения астрономических фотографий, которые признаны одними из лучших не только в России, но и в мире.



Компанию ему составили профи из Красноярска и Омска. Можно не сомневаться, что эти встречи дадут мощный импульс творчеству новосибирских любителей астрономии.

Почетным гостем Форума стал летчик-космонавт герой России А.И. Лазуткин, который рассказал много интересного о своем полете, о состоянии современной космонавтики.

Затаив дыхание слушатели узнавали новые для себя космические факты, о которых не написано в книгах. Обаятельный скромный и знающий человек – именно таким запомнится Александр Иванович участникам «СибАстро-2009».



Уникальные кадры фильма об экспедиции на затмение 22 июля 2009 года на острова Кирибати комментировал организатор этой экспедиции, директор Иркутской обсерватории С.А. Язев. Десять перелетов, трудности получения визы в эту микроскопическую страну и запрет на проведение научных исследований на ее территории – это лишь малая толика впечатлений об этой сложной экспедиции.



Но настоящими героями Форума стали школьники, прибывшие из Новосибирска и Омска. Флаг Форума было доверено поднять призёру областной олимпиады по астрономии – Георгию Гавриловскому. Именно для молодежи, стоящей перед выбором жизненного пути, важны такие встречи. Здесь ребята смогли пообщаться между собой, продемонстрировать уже полученные знания по астрономии и космонавтике, задать вопросы космонавту и ученым из различных сфер деятельности. Наибольший восторг доставили всем участникам Форума полеты на настоящем воздушном шаре под управлением пилота-воздухоплавателя. Никто не остался без подарков и призов. Главный же приз – телескоп ТАЛ-65 Новосибирского приборостроительного завода – достался сильнейшим –

команде, прибывшей из Омска. Хорошо показали себя ученики аэрокосмического лицея и лицея СГГА.



Все три организатора Форума – Новосибирский приборостроительный завод, Геодезическая академия и мэрия Новосибирска – считают, что подобные мероприятия очень важны для позиционирования нашего города как образовательного и научного центра Сибирского региона. С огромным интересом участники из других городов рассматривали макет будущего центра (планетария), который проектируется под руководством мэрии города.

Пока сделаны первые шаги в этом направлении, но есть надежда, что такой центр познавательной науки появится в Новосибирске.

Сергей Масликов, член Оргкомитета «СибАстро-2009», тел. 8-905-946-8663

Другая информация на сайте «СибАстро»
<http://npzoptics.ru/sibastro/>

О периодических звездных пульсациях

Еще во времена Гиппарха было замечено, что яркость некоторых звезд изменяется. Две с лишним тысячи лет астрономических наблюдений позволили установить, что у одних звезд она изменяется случайно, у других – очень строго периодически. Периодическое изменение яркости звезд связывают с их пульсациями. Периоды пульсаций разных звезд многократно различаются. Это позволило разделить их на группы, отличающиеся главным образом периодом колебаний. Деление это не очень строгое, но существует [1]. Например, периоды долгопериодических переменных типа Омикрон Кита (Мириды) лежат в интервале 100 – 700 суток, звезд типа RV Тельца – 20 – 150 суток, классических цефеид – 1 – 50 суток, звезд типа W Девы – 2 – 45 суток, цефеид с биениями – 1 – 7 суток, звезд типа RR Лиры – 1,5 – 24 часа, звезд типа β Цефея – 4 – 6 часов, карликовых цефеид – 1 – 3 часа, переменных белых карликов – 200 – 1000 секунд. В последние десятилетия были открыты такие источники импульсного периодического электромагнитного излучения (ЭМИ) как магнитары и пульсары. Длительности периодов повторения импульсов у них очень короткие для астрономических объектов и лежат на сегодня в интервале от нескольких миллисекунд до 12 секунд. Таким образом, наблюдениями астрономов охвачен весь диапазон периодов колебаний излучения звезд от 1,5 миллисекунды до 700 суток, кроме двух довольно узких его участков от 12 секунд до трех минут и от 15 минут до одного часа, наличие которых, вероятно, всего, определяется недостатками средств наблюдений. Если для медленных звезд характерна форма изменения яркости, близкая к синусоиде или к сумме двух-трех синусоид разных частот, то для магнитаров и пульсаров характерна импульсная форма сигнала.

Такая большая разница временных характеристик и формы излучения звезд привела теоретиков к различным моделям для их описания.

Около 1920 г. Эддингтон предложил модель поддержания периодических колебаний в звезде, практически совпадающую с известным критерием неустойчивости горения Рэлея. В ее основу было положено предположение, что в звезде имеется зона, работающая как ключ, периодически открывающий или перекрывающий путь радиальному потоку ЭМИ. Первоначально предполагалось, что такой зоной в звезде является зона ионизации водорода, происходящей при температуре порядка 10 тысяч К (кельвин). Но вскоре выяснилось, что пульсации возникают и в звездах, поверхностная температура которых превышает 30 тысяч К. Поскольку предполагается, что температура в звезде монотонно растет от ее центра к периферии, в такой звезде нет зоны ионизации водорода. Казалось, теория рухнула. Но Жевакин предложил считать, что ключом является зона второй ионизации гелия, происходящей при температуре порядка 40-60 тысяч К. Таким образом, поскольку поверхностная температура всех известных пульсирующих звезд ниже температуры второй ионизации гелия, теория была спасена. Процессы ионизации водорода, как и процессу первой ионизации гелия, была отведена роль некой частности, существенной роли в большинстве звезд не играющей. Остается не выясненной роль происходящих в звезде термоядерных реакций. Если, например, Эддингтон отмечал их важную роль в колебательном процессе, то Кокс в этом сомневается. Он считает, что в центральных областях звезды, где эти реакции происходят, движения плазмы малы по сравнению с ее движениями в областях вблизи поверхности звезды. Представляется, что в этих взглядах слишком много неопределенностей для того, чтобы считать их установившимися.

После открытия пульсаров [2] возник вопрос, какова их сущность? Поскольку представления о механизме периодического излучения цефеид уже существовали, то были предприняты попытки представить причины нестационарности пульсаров аналогично. Но возникли не

преодоленные трудности, связанные с очень короткими длительностями периодов повторения их сигналов. У первых открытых пульсаров они составляли порядка 0,5 – 1,5 секунды. Пульсировать так быстро на основной частоте обычные звезды, даже самые маленькие, не могут. Были предложения объяснять высокую частоту повторения сигнала пульсациями звезд на высоких гармониках их собственных колебаний. Но не удалось объяснить, как в звезде могут возникать пульсации на высшей гармонике без пульсаций на основной частоте. Были попытки объяснить природу пульсаций сигналов пульсаров вращением традиционных звезд. Но и вращаться с такой скоростью они не могут, поскольку будут разорваны центробежными силами. Предсказанные теоретически нейтронные звезды пульсировать с такой частотой также не могут: они для этого слишком малы. Тогда Голд и Пачини независимо друг от друга и с разных сторон пришли к модели быстро вращающейся намагниченной нейтронной звезды с «горячей точкой» на ее поверхности, излучающей электромагнитную энергию в узком луче подобно прожектору. При такой модели пульсара наблюдатель, если ему очень повезло, периодически оказывается в луче и воспринимает излучение как последовательность электромагнитных импульсов во всем спектре непрерывного излучения «горячей точки». Сегодня эта модель пульсара общепринята. Но и она не безупречна. Возникает ряд вопросов, без ответа на которые гипотеза Голда – Пачини не выдерживает критики [3].

Как говорили древние римляне, “ignotum per ignotius”... Применительно к пульсарам это значит, что мы пытаемся разрешать не ясные проблемы, опираясь на представления, которые еще менее ясны.

Существующие сегодня представления исходят из того, что природа формирования периодического ЭМИ звезд типа цефеид и пульсаров не имеют ничего общего. Так ли это? Кажется, Л.А. Арцимович говорил, что «природа сложна, но не злонамеренна». Мы многое в ней не знаем, и этим незнанием необходимо пользоваться аккуратно. Иначе можно не приблизиться к истине, а безнадежно от нее удалиться.

Хотя сигналы звезд типа цефеид и пульсаров существенно различны, и те, и другие излучают периодически изменяющиеся сигналы, и те, и другие могут наблюдаться визуально как обычные звезды. Это дает возможность все-таки попытаться описать их с единых позиций. Будем исходить из того, что и цефеиды, и пульсары являются обычными звездами, которые различаются тем, что пульсируют они на модах (в отличие от гармоник) колебаний существенно разных порядков.

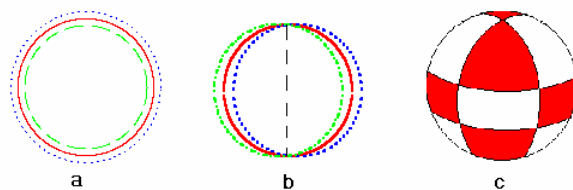


Рис. 1. Формы пульсаций звезд на низких модах колебаний.

a – нулевая мода колебаний, b – первая мода, c – четвертая мода

Что это значит? Наиболее просто сущность формы таких колебаний можно объяснять графически. На рис.1a показано подобное звезде сферическое тело, которое пульсирует на самой низкой моде – на моде нулевого порядка. Видно, что в этом случае процесс колебаний звезды характеризуется центральной симметрией нулевого порядка. Это – элементарный случай сферических колебаний. По-видимому, так и колеблются классические цефеиды и мириды. Излучение такой звезды, пересекая ее границу, распространяется центрально – симметрично и изменяется во времени по амплитуде в соответствии с пульсациями.

Сферическое тело, совершающее колебания на моде первого порядка, показано на рис. 1b. Видно, что оно разделено неподвижной центральной плоскостью. Колебания полушарий происходят относительно этой плоскости в противофазе. В пространстве излучение приобретает некоторую направленность. Форма диаграммы направленности имеет вид своеобразной «восьмерки», максимумы которой лежат в проходящей через центр шара плоскости, нормальной к плоскости нулевых колебаний. Если пульсирующая на моде первого порядка звезда вращается вокруг произвольной оси, наблюдаемое излучение может быть дополнительно модулировано с двойной частотой вращения. Возможно, этим объясняется «эффект Блажко», наблюдающийся у некоторых звезд, относимых к группе звезд типа RR Лиры [4].

Один из возможных вариантов сферического тела, совершающего колебания на моде четвертого порядка, показан на рис. 1с. В этом случае поверхность тела оказывается разделенной на площадки узловыми «параллелями» и «меридианами», которые остаются неподвижными при колебаниях площадок. Характерно, что любые две площадки, имеющие общую границу, пульсируют в противофазе. По-видимому, так колеблются «цефеиды с биениями» или полипериодические цефеиды. По крайней мере, численные оценки говорят о том, что соотношение расчетных периодов колебаний на первой, второй и третьей гармониках четвертой моды хорошо соответствует типичному соотношению периодов гармонических составляющих сигналов, поступающих к нам от известных полипериодических цефеид [1, 7]. Каждая из площадок формирует свою диаграмму направленности излучения, что может накладывать отпечаток на результат наблюдения такой звезды при ее вращении.

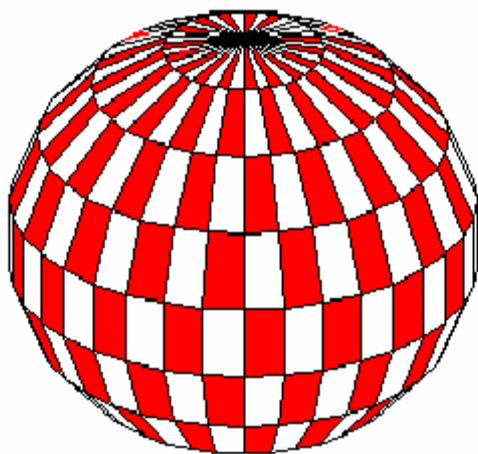


Рис. 2. Распределение поля пульсаций звезд на моде высокого порядка.

С увеличением порядка моды количество площадок, на которые поверхность сферического тела разделена, увеличится. Это видно на рис. 2, где показан один из возможных вариантов распределения поля колебаний для моды приблизительно 25 порядка. Этот рисунок несколько схематичен, поскольку распределение «параллелей» на нем не вполне соответствует тому, что должно следовать из присоединенной функции Лежандра. Но это не существенно при качественных оценках. Более высокая строгость в рассматриваемом приближении не окупается ценностью результата, который был бы получен на данном этапе. Важно, что на сферической поверхности тела узловые линии пересекаются, и площадки, которые сформированы ими, имеют разную форму. Количество площадок увеличивается с увеличением порядка моды. При этом возрастает и частота пульсаций. Как и прежде, любые две

соседние площадки, имеющие общую границу, пульсируют в противофазе.

Описанные формы колебаний следуют из решения акустического волнового уравнения для сферического тела при абсолютно мягких граничных условиях. Уравнение рассматривалось для случая некоторой постоянной скорости звука в звезде. Это не совсем справедливо, но другого реального пути решения этой задачи (кроме цифровых вычислений, в результатах которых нередко погибает истина) пока не существует. Решение при таких условиях позволяет получить результат, качественно отражающий основные свойства строгого решения и дающий возможность анализировать явление.

При колебаниях на модах высокого порядка каждая площадка периодически формирует свою диаграмму направленности излучения. Их, как легко представить, может быть очень много, и лучи любых двух площадок, имеющих общую границу, колеблются в противофазе. К сожалению, влияние факта формирования диаграмм направленности на свойства наблюдаемого излучения звезд возможно никто не исследовал.

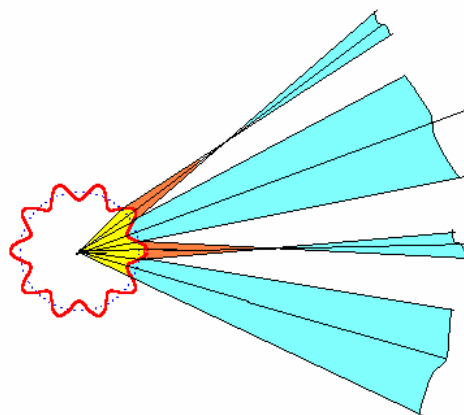


Рис. 3. Фокусировка и рассеяние излучения звезды при ее колебаниях на моде высокого порядка.

Как уже отмечалось, при пульсациях звезды на моде нулевого порядка модуляция ЭМИ за счет пульсаций происходит центрально – симметрично, т.е., по существу, не направленно. При колебаниях звезды на модах первого, второго ... низкого порядка, когда изменения радиуса поверхности звезды и, соответственно, радиуса кривизны каждой площадки в ее пределах невелико, каждая площадка излучает в пределах своего угла направленности, практически определяемого только распределением ЭМИ в пределах этой площадки.

При увеличении порядка моды колебаний появляется еще один важный фактор, влияющий на направленность излучения. Дело в том, что, с одной стороны, диэлектрическая проницаемость среды в звезде и в окружающем пространстве различна, а с другой – при высоком номере моды кривизна поверхностей площадок в процессе колебания может изменяться во много раз даже при относительно небольших амплитудах пульсаций. Это приводит к тому, что в процессе периодических колебаний периодически происходит фокусировка и рассеяние излучения [5, 6], как это показано на рис. 3. Точка максимума фокусировки скользит по лучу в прямом и затем в обратном направлении. Это чрезвычайно важно. Наблюдатель, если он попадает в пределы диаграммы направленности одной из площадок, воспринимает ЭМИ в виде импульсов, спектр заполнения которых охватывает весь спектр излучения звезды. Т.е. так, как это имеет место при наблюдении пульсаров.

Остаются вопросы: почему в звезде возникают пульсации? Почему они возникают на определенных модах?

Эти вопросы достаточно подробно рассмотрены [7 – 9] и решены для случая центральной симметрии параметров плазмы в звезде. Здесь полное решение задачи не приводится, поскольку оно, хотя и не очень сложно, но

довольно громоздко. Интересующиеся подробностями могут ознакомиться с решением в источниках [7 – 9]. Здесь ограничимся качественным рассмотрением, которое уж совсем без формул, наверное, невозможно.

Априорно отметим следующие важные для толкования моменты.

1. Плазма, в которой происходят термоядерные реакции, способна усиливать воздействующие на нее возмущения давления. Степень усиления пропорциональна некоторому коэффициенту Γ , названному коэффициентом термоакустической неустойчивости. Он определяется параметрами плазмы. Чем более чувствительна плазма к изменениям давления и температуры, тем он больше. Такое понятие о нем здесь дано, чтобы была ясна его роль, когда он будет использован.

2. Как показано в [11], в реагирующей плазме формируются поверхности разрыва параметров. Если звезда центрально – симметрична, то поверхность разрыва в ней должна иметь вид сферической поверхности радиуса

r_S .

3. В простейшем случае, без учета акустических потерь, условие, при котором малейшее возмущение среды приводит к возникновению и развитию гармонических автоколебаний в звезде [7, 10], выглядит (вот она, формула!) как

$$(\Gamma_- - \Gamma_+) r_S^2 j_m(kr_S) [dj_m(kr_S)/dr] = (\Gamma_- - \Gamma_+) r_S^2 F_m(kr_S) > 0$$

Здесь Γ_- и Γ_+ – значения коэффициента Γ на поверхности разрыва параметров со стороны центра звезды и с внешней стороны, соответственно,

$j_m(kr_S)$ – сферическая функция Бесселя порядка m аргумента $z = (kr_S)$, k –

волновое число, r_S – координата (радиус) поверхности

разрыва (скачка) параметров, $dj_m(kr_S)/dr$ –

производная функции Бесселя, $F_m(kr_S)$ – произведение функции Бесселя и ее производной.

Формула оказалась очень простой, но из нее многое следует. Как видно, условие неустойчивости определяется величиной и направлением скачка коэффициента Γ на поверхности разрыва параметров и положением скачка на радиусе. Если на всем протяжении радиуса $\Gamma_+ = \Gamma_-$ (скачок отсутствует), система устойчива, пульсаций нет.

Несколько слов о сферической функции Бесселя. По смыслу она подобна синусоидальной функции, но по форме совсем на нее не похожа. К тому же, она зависит от номера моды. Для некоторых значений мод сферическая функция Бесселя, ее производная и их произведение показаны на рис. 4. При их построении были использованы возможности системы MATHCAD 2001. Видно, что все функции знакопеременны, и значения их корней (нулей) аналогичного номера возрастают с увеличением порядка моды. Это важно, поскольку говорит о том, что с увеличением порядка моды возрастает частота возникающих колебаний.

Если поверхность разрыва параметров расположена вблизи средних значений радиуса, колебания, скорее всего, возникнут на нулевой моде. При приближении поверхности разрыва к поверхности звезды колебания будут возникать на гармониках все более высоких мод и, соответственно, на все более высокой частоте и, следовательно, при меньшем значении длины волны, обратно пропорциональной волновому числу k .

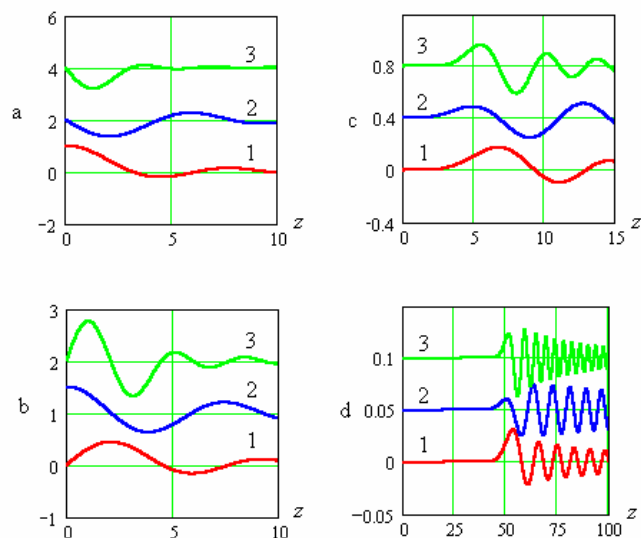


Рис. 4. Характер изменения сферической функции Бесселя, ее производной и их произведения в зависимости от аргумента.

а – мода нулевого порядка, б – мода первого порядка, с – мода пятого порядка, d – мода пятидесятого порядка. 1 – $j_m(z)$, 2 –

$dj_m(z)/dz$, 3 –

$F_m(z) = j_m(z) dj_m(z)/dz$ (кривые разнесены по оси ординат произвольно).

Условие неустойчивости может быть выполнено при положении поверхности разрыва параметров в пределах как положительной, так и отрицательной полуволны функции $F_m(kr_S)$ в зависимости от направления скачка

коэффициента Γ на поверхности разрыва.

При взрыве во внешней оболочке звезды, как это бывает при взрыве сверхновой, оболочка рассеется в окружающем пространстве в виде туманности. В поверхностном слое остатка звезды под действием «отдачи» формируется тонкий, по сравнению с радиусом звезды, «вал» «сгребаемого снега» [12] и в нем – поверхность разрыва параметров на которой $\Gamma_+ > \Gamma_-$.

В таком случае условие неустойчивости будет выполняться для тех мод и гармоник, для которых поверхность разрыва расположена на отрицательных полу волнах функции

$F_m(kr_S)$. Запрета на возбуждение колебаний на нескольких модах одновременно нет. Поскольку поверхность разрыва параметров окажется вблизи поверхности звезды, колебания возникнут на высоких модах и, следовательно, на высоких частотах. При колебаниях на одной частоте поверхность звезды будет разделена на площадки (рис. 2), которые будут пульсировать, и каждая из них будет периодически фокусировать (рис. 3) проходящее сквозь нее излучение звезды. Наблюдатель, оказавшийся в пределах диаграммы направленности излучения одной из площадок, будет воспринимать на фоне среднего потока электромагнитного излучения звезды короткие импульсы. Их спектр будет совпадать со спектром среднего излучения звезды, а величина – значительно превышать средний уровень за счет концентрации излучения площадки при фокусировке. Поскольку разница диэлектрических проницаемостей плазмы звезды и окружающего пространства невелика, наблюдать импульсный сигнал можно, как ни парадоксально, только при достаточно большом расстоянии между источником и приемником.

Легко видеть, что следствия такой модели совпадают с тем, что имеет место при наблюдениях пульсаров. И такую картину дает обычная звезда, если в ней возникли автоколебания на высокой моде, без использования представлений о сверхплотном веществе

нейтронных звезд, без невообразимых скоростей их вращения, сверхсильных магнитных полей. Косвенные признаки, такие как оцениваемая ширина диаграммы направленности излучения, некоторые особенности спектра ЭМИ, наблюдающиеся месячные циклы излучения некоторых пульсаров позволяют ориентировочно оценить их размер. Он оказывается, по крайней мере, порядка размера белого карлика, т.е. пульсар имеет диаметр порядка 50-100 тысяч километров и более. Следовательно, пульсары никак не могут быть нейтронными звездами.

Представляет интерес оценка периода колебаний пульсара. Если его радиус составляет порядка 100000 км, средняя температура плазмы порядка 10000000 К и пульсация происходит на моде тысячного порядка, то период колебаний составит менее 2 секунд. Этот результат лежит в пределах известных периодов пульсаций пульсаров.

Первооткрыватели пульсаров не ошиблись, выбирая для них название: пульсары, действительно, пульсируют, хотя и несколько своеобразно. Таким образом, описанная модель механизма звездных пульсаций позволяет с единых позиций представить как пульсации звезд типа цефеид, излучение которых изменяется по синусоидальному закону, так и звезд, излучающих импульсы, как это характерно для пульсаров. Их различие определяется только модами возникших колебаний.

Происходящие на поверхности разрыва параметров термоядерные взаимодействия сопровождаются выделением энергии уровня нескольких мегаэлектронвольт, т.е. в области диапазона гамма - излучения. По мере продвижения излучения к внешней поверхности звезды происходит ионизация и рекомбинация имеющихся в плазме звезды атомов и ионов более тяжелых, чем водород, с трансформацией энергии излучения в диапазон более низких частот. Чем короче этот путь, тем меньшая часть гамма – энергии будет трансформирована. Следовательно, при расположении поверхности разрыва параметров вблизи внешней поверхности звезды энергия, излучаемая в гамма – диапазоне, оказывается в спектре преобладающей, а частота пульсаций – высокой. По-видимому, преобладание гамма – излучения в спектре именно миллисекундных пульсаров не случайно.

Кратко результат анализа модели выглядит так.

1. Автоколебания в звезде возникают только при условии существования в ней некоторой поверхности, на которой скорость термоядерной реакции изменяется пространственным скачком.
2. Пульсации возникают на модах низкого порядка, если сферическая поверхность разрыва лежит вблизи середины радиуса звезды.
3. Пульсации возникают на модах все более высокого порядка при приближении поверхности разрыва к поверхности звезды.
4. При пульсациях звезды на низких модах ее излучение модулируется по амплитуде синусоидально.
5. При пульсациях звезды на высоких модах ее излучение периодически фокусируется и воспринимается наблюдателем в форме импульсов.
6. С увеличением номера моды частота пульсаций возрастает.
7. При приближении поверхности разрыва к поверхности звезды спектр заполнения импульсов смещается в сторону гамма – диапазона.
8. Запрета на возникновение пульсаций звезды на нескольких модах и гармониках одновременно нет.

Предложенный подход позволяет объяснить следующие факты и зависимости.

1. Единство природы периодически пульсирующих звезд.
2. Форму излучения при пульсациях звезды на модах низкого порядка.
3. Эффект Блажко.
4. Пульсации «цефеид с биениями» на моде четвертого порядка.
5. Природу импульсного излучения пульсаров.

6. Связь пульсаров с взрывами сверхновых.
7. Высокую частоту следования импульсов.
8. Влияние моды колебаний звезд на фокусировку излучения.
9. Высокую интенсивность импульсов за счет фокусировки ЭМИ пульсаров.
10. Природу гигантских импульсов.
11. Природу стабильных субимпульсов.
12. Природу плавающих субимпульсов.
13. Малые девиации импульсов во времени.
14. Непрерывное изменение средней частоты следования импульсов.
15. Дискретное изменение частоты следования импульсов.
16. "Выключение" пульсаров.
17. Поляризацию излучения пульсаров.
18. Влияние номера моды колебаний на степень поляризации излучения пульсирующих звезд.
19. Широкий спектральный состав импульсов пульсаров.
20. Зависимость наблюдаемости пульсаров от расстояния.

Не все перечисленные здесь эффекты нашли отражение в данной статье. Объяснение некоторых можно найти в [7].

Если изложенные представления о пульсациях звезд верны, их можно распространить и на магнитары.

Все эти результаты получены без использования представлений о незнакомых нам сверхплотных нейтронных звездах, без предположений о запредельных скоростях их вращения и о гигантских магнитных полях в них. В их основу легли только известные физические законы и проверенные на опыте результаты известных экспериментов и наблюдений, результаты громоздкого, но достаточно строгого теоретического анализа. Детальное развитие изложенных представлений требует дальнейшей работы, конца которой не видно.

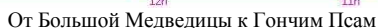
А для подтверждения реальности нейтронных звезд необходимо искать другие объекты, другие факты, которые не будут связаны с пульсарами.

В. Гладышев, glavanik@yandex.ru

*Институт криосферы Земли СО РАН, Тюмень
(специально для журнала «Небосвод»)*

Литература.

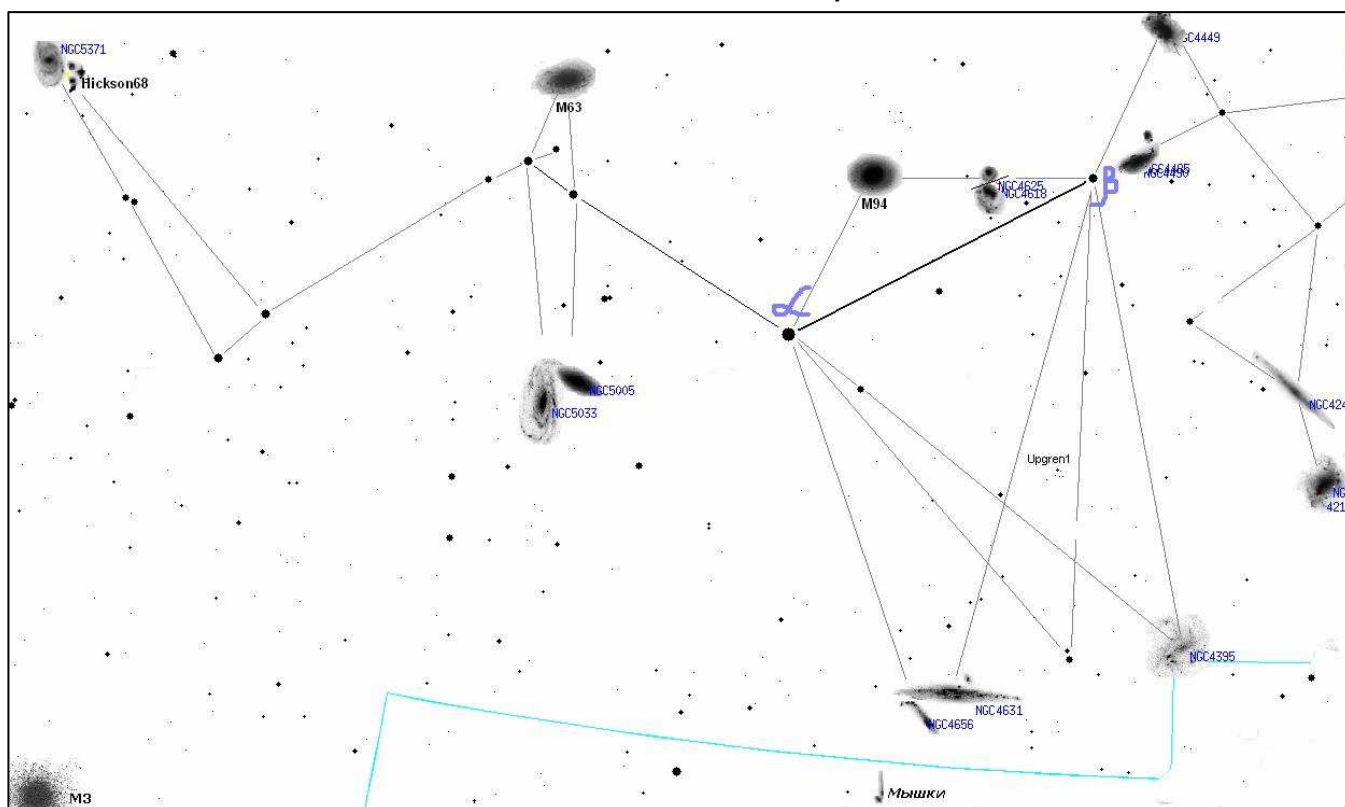
1. Кокс Дж.П. Теория звездных пульсаций. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983.
2. Смит Ф.Г. Пульсары: Пер. с англ. – М.: Мир, 1979.
3. Гладышев В.Н. Несколько замечаний по свойствам пульсаров // Небосвод – 2009, № 6, с. 36.
4. Цесевич В.П. Переменные звезды и способы их исследования. – М.: Педагогика, 1970.
5. Фейнмановские лекции по физике. Т. 3. – М.: Мир, 1965. .
6. Яворский К.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1965. .
7. Гладышев В.Н. Автоколебания при горении и термоядерных взаимодействиях. – Новосибирск: НИЦ ОИГТМ СО РАН, 1999.
8. Gladyshev V.N. About a magnetic field of a pulsar // MEGAGAUS-9. Proceedings of Ninth International Conference on Megagauss Magnetic Field Generation and Related Topic. Moscow – St.-Petersburg? July 7-14, 2002. Sarov: VNIIEF, 2004, p.p. 875-881.
9. Гладышев В.Н. О гармонических автоколебаниях сферического объема термоядерной плазмы. // Естественные и технические науки – 2008, № 4, с.с. 65 – 75.
10. Гладышев В.Н. Является ли пульсар нейтронной звездой? // Естественные и технические науки – 2006, № 6, с.с. 52-58.
11. Гладышев В.Н. О некоторых особенностях характера термоядерного процесса в звездах. // Небосвод – 2009, № 7.
12. Роуз Д., Кларк М. Физика плазмы и управляемые термоядерные реакции. – М.: Госатомиздат, 1963.



Очень удобно и приятно наблюдать без карты. Не надо искать для нее место, не надо переключать взгляд с неба, не надо куда-то всматриваться, кроме как во вселенную.

Так что, если Вы дружите с картами в принципе, то почему бы не освоить немного звездных узоров и знать, где меж них спрятаны сокровища?

Галактики в созвездии Гончих Псов



Итак, начинаем готовиться к весне (хотя во второй половине ночи то, что собираюсь описать в нескольких первых уроках, отлично наблюдается уже сейчас).

Созвездие легко ищется ниже ручки ковша (хвоста) Большой Медведицы, и проще всего определяется как две не очень ярких звезды. Та, что слева и пониже - ярче (альфа созвездия), вторая более тусклая (бета). Расстояние между ними равно среднему расстоянию между звездами ручки ковша Большой Медведицы.

Оказывается, от альфы Гончих Псов звездочка "отходит" не только вправо и немного вверх. На тот же манер и примерно на такое же расстояние, только не вправо, а влево, от Альфы можно увидеть рядышком на одной линии две немного более слабые, но также доступные невооруженному глазу звездочки - они также немного выше, чем Альфа. Далее, продолжая двигаться зигзагом на восток, видим еще две звездочки аналогичной яркости, и опять обе на линии.

Начнем с центральной части - то есть, с Альфы и Беты. Немного выше линии, условно соединяющих эти звезды, почти на равном удалении (но чуть ближе к Альфе) мы уже в небольшой бинокль или монокуляр увидим галактику Messier 94. Яркая, прекрасно заметная спиральная галактика 8 величины с плохо заметными даже в крупные любительские апертуры рукавами расположена довольно близко - до нее 17 млн световых лет.

Если у Вас не бинокль, а телескоп, Вы можете отыскать хотя бы одну галактику на полпути от М94 до Беты. Это NGC4618, небольшая спиральная галактика 11 величины, удаленная от нас на 25 млн световых лет.

Интересна она тем, что у нее хорошо заметен лишь один большой рукав, в результате чего центр смещается на край и объект в крупные апертуры чем-то напоминает кольцо с большим камнем.

Что интересно, совсем рядом (в одном поле телескопа на средних увеличениях) на небе с этой галактикой есть еще одна, NGC4625, 12 величины, почти такой же необычной формы! По информации от Виктора Воропаева (источник Кенникут. 2003), до нее 31 млн. св. лет. Но, надо сказать, скорее всего форму этой последней не очень то и яркой галактики можно рассмотреть лишь в апертуры под полметра, первая же, возможно, обнаружит свою асимметрию уже в 200-250мм инструменты.

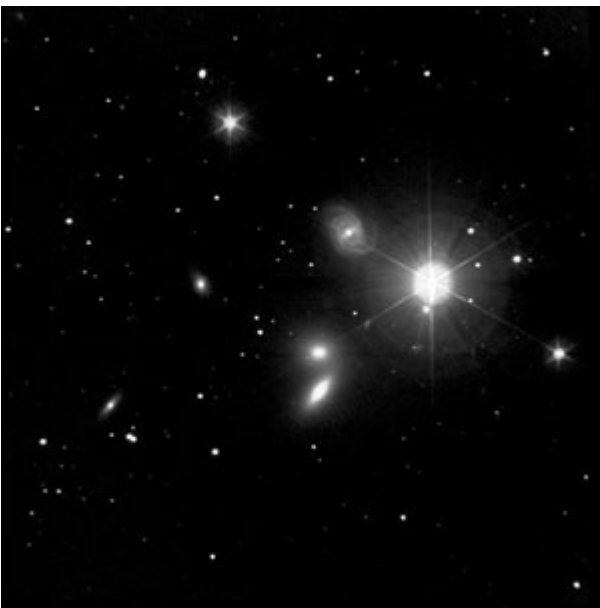
Идем дальше. Если проложить линию от Альфы к Бете и дальше, то сразу же, миновав Бету, мы увидим яркую галактику девятой величины - NGC4490. Будем любоваться ею и в небольшие апертуры, а 300мм инструменту она предстанет прекрасным зрелищем - будут видны и неоднородности, и рукава, и яркий спутник (который виден и в меньшие апертуры). До этой тесной пары спиральных галактик примерно столько же, сколько и до галактики-"кольца" - 25 млн св. лет.

Если же вышеупомянутую линию еще чуть продлить, мы быстро упрямся в звездочку 6m, заметную на пределе невооруженным глазом на хорошем небе. Повернем от нее под прямым углом на северо-восток - и почти сразу увидим еще один бриллиант вселенной - галактику довольно редкого - неправильного - типа NGC4449. Это одна из самых эффектных галактик весеннего неба для средних и больших любительских апертур - в ней можно рассмотреть много подробностей, каковыми являются зачатки спиральных рукавов и области звездообразования в центральной части. Большая яркость галактики (9m) обусловлена не столько большими истинными размерами, сколько малым расстоянием - до NGC4449 всего 12млн световых лет.

Все, дальше в эту сторону мы не пойдем - звезд более-менее ярких там нет, а галактики, хотя и очень интересные, но будем их изучать потом, вместе с примыкающим районом Большой Медведицы, вплоть до звезды Фекда.

А пока проложим путь на северо-восток от Альфы (кстати, ее название - Сердце Карла, был король такой, бета же названа Асерион, или Чара).

Теперь же мы видим рядом 2 слабые, но видимые невооруженным глазом звезды на одной с Альфой линии. И прямо над ними - одна из ярчайших галактик неба (8m), M63, известная также как Подсолнух из за ее "пестрых", многочисленных рукавов. Впрочем, рукавов много, а их яркость много ниже центральной части, и различить их непросто даже в крупный инструмент. Однако даже в бинокль галактику можно увидеть, упомянутым мною способом она отыщется очень легко.



До M63 25 св.лет, как видим из сочетания яркости и расстояния, это весьма крупная звездная система.

Если же от вышеупомянутых звезд посмотреть в обратном направлении - к югу - мы увидим пару спиральных галактик 10m - NGC5005 и NGC5033. Расстояние соответственно 70 и 60 млн.св.лет - как видим из сочетания яркости и расстояния, это очень крупные звездные системы.

Вернемся к звездам около M63 и продолжим зигзаг (Бета-Альфа - эти звезды...) дальше - восточнее и немного южнее. И снова видим две слабые, но заметные глазом звездочки рядом, и опять на линии. Увидели? Продолжаем зигзаг, но теперь круче к северу, так, чтобы на пути встретилась тесная пара звездочек 6m и дальше. Видим спиральную галактику несколько тусклее 10m NGC5371. Однако, она интересна не сама по себе, а тем, что всего в 40' к ю-з-з от нее имеется компактная, яркая группа галактик Hickson68. Ее можно разглядеть уже в средние телескопы, но для того, чтобы видеть это ярко и эффектно, понадобится апертура от 250-300мм.

Гончие Псы: юго-западный район.

Отвлечемся от галактик и проведем линию между Сердцем Карла и Арктуром. Чуть дальше чем на полпути к Арктуру в любой инструмент легко заметно шаровое скопление М3. В инструменты от 200мм или даже от 150мм оно будет замечательно сыпаться на звездочки.

И снова - за пределы нашей галактики, в черные глубины Вселенной.

Посмотрим на очень интересный юго-западный район созвездия Гончих Псов!

Отыщем (см. карту) внизу, под Альфой и Бетой близкую пару звездочек, одна немного ярче 6m, другая - немного тусклее. Хорошо, если Вы найдете ее невооруженным взглядом и научитесь быстро на ней останавливаться. Если даже и нет - применяйте искатель или поле зрения вашего бинокля.



Значительно левее и немного ниже ее видна замечательная галактика - NGC4631. Удаленная на 25 млн.св. лет, она напоминает лежащего на водной глади кита. сходство большое: не предполагая, что у нее уже давно есть такое общепринятое название, я, впервые увидев ее в 450мм, сразу окрестил ее "китом".

Это спираль ребром, яркая (9m), крупная и с отлично видимой формой и пропорциями даже в маленькие 80-90мм телескопы. Удивляюсь, как она не попала в Мессье каталог. В 450 мм, и, надо полагать, в 400 тоже, хорошо видны многочисленные неоднородности в "теле кита", обусловленные пылевыми прослойками. Видна также галактика-спутник 12m NGC4627, совсем рядом, так сказать, "китенок".

Теперь немного отделимся от "Кита", как бы дальше по линии, которая могла бы соединить "Кита" и Бету. И увидите еще одну интересную галактику 11m - Кочергу (NGC4656) Но помните - очень близко. Если Ваш скоп - не монстроидальный добсоннан или апертуристый

длиннофокусный катадиоптрик с 1,25 фокусером, то обе будут в одном поле поискового окуляра - расстояние между ними 40'. Близи Кит и Кочерга и во вселенной - измеренное расстояние до обоих оказалось примерно одинаковым (25 млн. св. лет), а на небе они совсем рядом. Кому не лень, можете посчитать примерное расстояние между ними. Могу сказать одно - если ученые не ошиблись в расстояниях, то каждая из галактик видна от соседней гораздо эффектнее, чем мы видим Туманность Андромеды! "Видят" они друг друга (если там есть те, кто смотрит) в пол оборота либо плашмя. К нам же обе повернуты ребром.

"Кочерга" менее ярка, чем "Кит", но уже видна уверенно на хорошем небе в 80мм телескоп на средних увеличениях. В 300мм уже можно хорошо разглядеть ее изогнутую сущность.

А теперь возьмем, и проведем линию от "Кита" к "Кочерге" и дальше - дважды столько же. И окажемся в районе интереснейшего объекта - взаимодействующей пары галактик "Мышки". правда, мы уже пересекли границу созвездия и вторглись в Волосы Вероники, но в связи с близостью на небе к предыдущим объектам, рассказываю об этом здесь. Не буду описывать природу этого известного, но очень тусклого и труднодоступного объекта. В 300мм можно увидеть слабое пятнышко; в 400мм уже попытаться разделить его на 2 тесных компонента, а если небо очень темное, зрение острое, а глаз опытный - то и хвост из звезд (в виде предельно слабой туманной полоски) идущий от одного из компонентов.

Однако для более комфортного отыскивания "мышек" лучше воспользоваться подробной картой. Номер по каталогу "мышек" - NGC4676, яркость компонентов - по 14,5m.

Теперь вернемся к последней паре звездочек и посмотрим на запад от нее. Там есть красивая спиральная галактика NGC4395/ Несмотря на яркость 10m, какие-либо детали в ней увидеть будет трудно - для этого нужна большая апертура и идеальное небо, так как поверхностная яркость весьма слаба. Галактика близка к нам (14 млн. св. лет) и видна плашмя, но рукава ее размазаны и тусклы. Однако на отличном небе здорово, всматриваясь боковым зрением, отмечать, как проступают причудливые контуры огромных спиральных рукавов.

Как можно увидеть на карте, в северо-западном направлении отсюда имеются еще 2 яркие, интересные галактики - NGC NGC4214 и NGC4244.

Первая весьма напоминает NGC4449 - яркостью, размером, формой и расстоянием (13млн. св. лет), однако несколько менее эффектна в апертурный инструмент.

Вторая - несколько тусклее, дальше (17 млн. св. лет), но совсем по иному смотрится - это спиральная галактика, расположенная строго ребром. Она не так эффектна в крупные апертуры как некоторые другие спирали ребром, скажем, NGC4565 в Волосах Вероники или NGC891 в Андромеде, так как пылевая полоса в не менее выражена и яркость равномерно сходит к краям полосы, но все равно производит достойное впечатление.

Советы наблюдателям

В свободное время (вместо телевизора или в метро, например) возьмите и поизучайте карту, можно по моим описаниям, можно по-своему, как удобнее. Когда почувствуете, что уже что-то помните, берите листок и рисуйте по памяти. Когда почувствуете, что более-менее запомнили положение большинства объектов, сдавайте экзамен и сами ставьте себе оценку.

Для успешных наблюдений с быстрым наведением на все упомянутые мною объекты (без заглядывания в карту, конечно), на мой взгляд, нужно достаточно точное знание положения объектов, масштаба. Но это освоить не трудно, зная взаимное расположение объектов и звезд, особенности воображаемых геометрических фигур.

Вы же на раз находите в темной комнате выключатель или обходите стоящую мебель, хотя это гораздо сложнее, помимо этого вы прекрасно знаете, как стоят здания, автостоянки и трансформаторный будки недалеко от вашего дома и не только. Так что - и с небом освоитесь без особого труда! Всего пара десятков таких карт наизусть - и вы - почти что знаток неба, заманчиво?

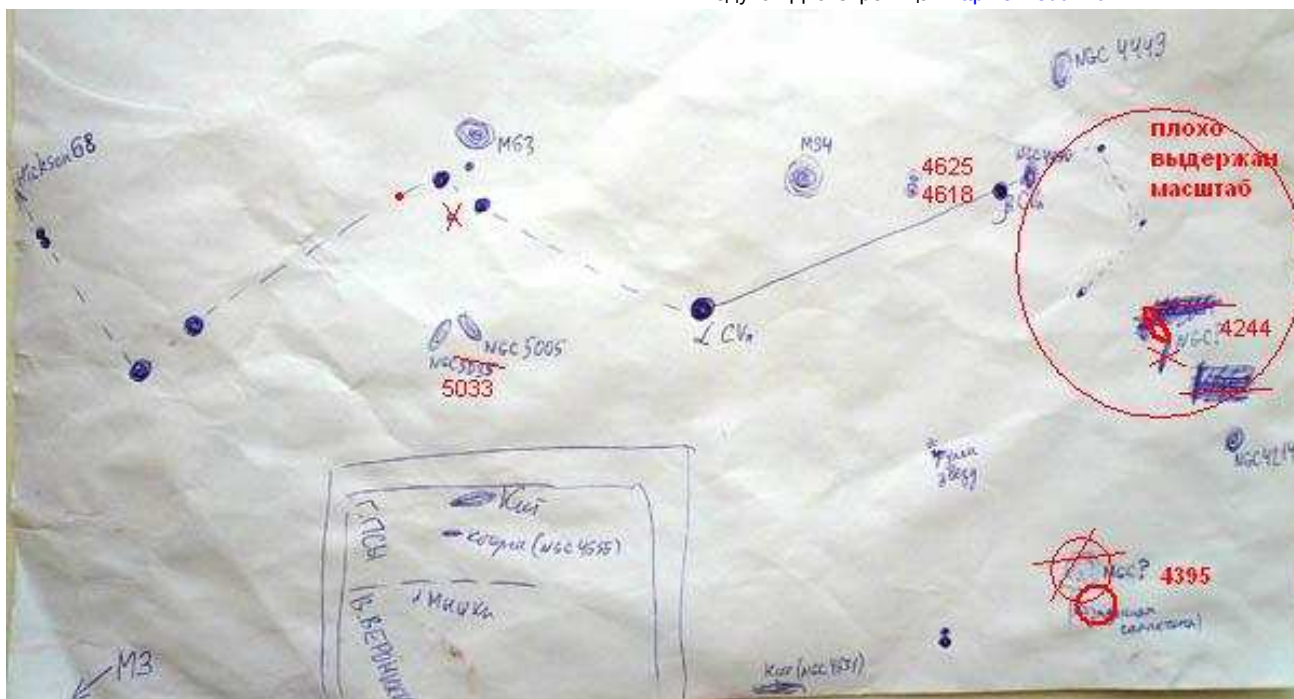
Вот, сдал сам себе экзамен. Надо сказать, 4 часа рассказывал здесь, да и раньше все это наносил на карту, а потом неоднократно смотрел. Но целенаправленное изучение, сравнение масштабов заняло у меня суммарно максимум 6 часов. Не так уж и много, чтобы знать, можно сказать, целое созвездие?

Допустил несколько ошибок (исправлены на компьютере, т.к. нет красной ручки) Оцениваю себя в 4 с минусом. Но в принципе уже с "тройкой" можно выходить на наблюдения, хотя что-то можете и не найти.

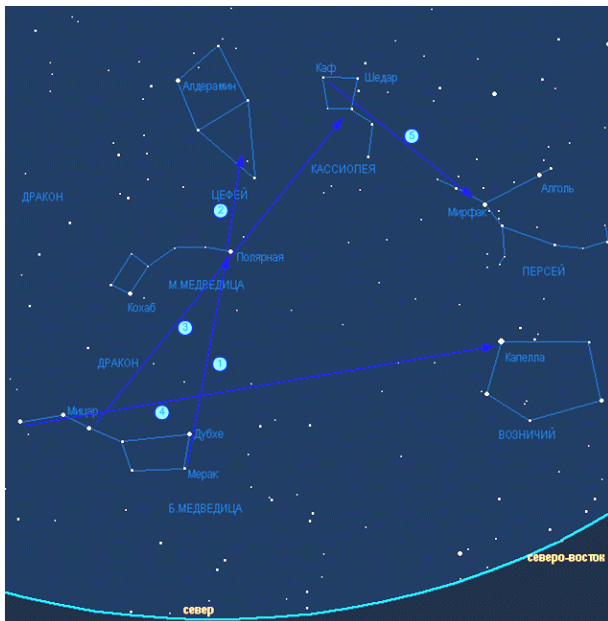
Ну и не забывайте о периодическом закреплении материала, на что времени уйдет гораздо меньше.

Александр Федотов, любитель астрономии
Феанор на форуме <http://astronomy.ru/forum/>

Публикуется с любезного разрешения автора
Веб-версия данной статьи находится на сайте Виталия Шведуну «Два Стрельца» <http://shvedun.ru>



Что наблюдать начинающим в октябре 2009г.?



Звездное небо. Если в середине октября в ясную погоду выйти на улицу около 22-23 часов по местному времени, то вы обнаружите, что ковш Большой Медведицы находится низко в северной части небосвода. Традиционно, начнем свою «прогулку» по звездному небу с него, т.к. ковш Большой Медведицы на небе может найти практически любой человек. Но давайте внимательно посмотрим на сам ковш. Первое, что бросается в глаза, так это то, что блеск звезд ковша практически одинаков, за исключением одной звезды, являющейся началом ручки ковша. Название этой звезды – Мегрец. А теперь взгляните на среднюю звезду ручки ковша, которая лежит как бы на его изломе. Это звезда Мицар. Люди с хорошим зрением видят рядом с этой звездой 2-й звездной величины слабую звездочку 4-й звездной величины, называемой Алькор. По-видимому, это физическая двойная система, в которой обе звезды обращаются вокруг общего центра тяжести. Но те из вас, кто когда-нибудь решится на покупку телескопа, для себя откроют, что и сам Мицар является двойной звездой, состоящей из двух немного различающихся по блеску бело-золотистых компонентов, один из которых, в свою очередь, является спектрально-двойной звездой.

Каждый из нас знает, что где-то неподалеку от ковша Большой Медведицы находится Полярная звезда, называемая так потому, что находится на небе рядом с проекцией Северного полюса мира, т.е. с точкой, вокруг которой вращается небесная сфера вследствие суточного вращения Земли вокруг своей оси. Знать положение Полярной звезды нужно хотя бы потому, что она всегда укажет вам на точку севера. (Если провести от Полярной перпендикуляр к горизонту вниз, то он укажет на положение точки севера. Следовательно точка юга окажется у вас за спиной, восток – справа, запад – слева). Во-вторых, высота Полярной над горизонтом в градусах соответствует географической широте точки наблюдения.

Итак, для того, чтобы найти Полярную звезду на небе, поведите мысленную прямую через две крайние звезды ковша Большой Медведицы (Дубхе и Мерак) вверх, пока на вашем пути не окажется аналогичная по блеску звезда (см. поисковую карту слева). Это и есть Полярная. Некоторые из вас, вероятно, будут разочарованы, т.к. существует глубоко ошибочное мнение о том, что Полярная звезда является самой яркой звездой на небе. Теперь вы знаете, что это вполне заурядная звездочка 2-й звездной величины. Но где же ковш Малой Медведицы? Жителям крупных городов из-за городской засветки и загрязнения воздуха остальные

звезды малого ковша из-за их относительно слабого блеска разглядеть невооруженным глазом очень сложно. Лучше воспользоваться биноклем. Но если вы проводите наблюдения за городом, то проследите по нашей карте невооруженным глазом остальные звезды ковша Малой Медведицы, которые как бы ниспадают к ковшу Большой Медведицы. Вы обнаружите, что внизу ковша есть еще одна яркая звезда, не уступающая по блеску Полярной и звездам ковша Большой Медведицы. Это звезда Кохаб, название которой пошло от арабского слова «каваб», что означает «звезда». Есть мнение, что полное название этой звезды «каваб аш-шимали», что в переводе с арабского значит «звезда севера».

Продолжите начатую ранее мысленную прямую, выше Полярной звезды. Здесь вам придется высоко поднять небо, т.к. прямая приведет вас в околозенитную область неба, т.е. ту, которая находится прямо над головой. Здесь расположилось созвездие, очертания которого похожи на домик с острой крышей, направленной как бы к Полярной звезде. Это созвездие Цефея – еще одно околополярное, незаходящее за горизонт в наших широтах созвездие. Самая яркая звезда этого созвездия схода по блеску с Полярной и называется Альдерамином. Название тоже арабское, но узнать его значение довольно сложно, хотя предположу, что «дер» является аналогом арабского слова «дар» (дом), а окончание «амин» означает «верный, надежный, честный».

Остальные звезды Цефея по блеску соответствуют 3-й звездной величины, поэтому в городе найти их на небе будет проще, чем звезды ковша Малой Медведицы.

Сбоку от Цефея, вероятно, вы обратите внимание на созвездие в виде латинской буквы W. Не заметили? Тогда проведите мысленную прямую от звезды Алиот ковша Большой Медведицы (шаг 3 на нашей карте слева) через теперь уже знакомую нам Полярную звезду далее на такое же расстояние. Теперь видите? Это созвездие Кассиопеи, хорошо заметное и в крупных городах. Пользуясь нашей картой найдите звезду Каф. Это снова арабское название, которое, на мой взгляд, соответствует названию 22-й буквы арабского алфавита – букве «Каф». Созвездие Кассиопеи имеет такую форму, что в нем действительно можно усмотреть внешний вид этой арабской буквы, но только ее зеркальное отображение.

Теперь снова вернемся к ковшу Большой Медведицы и проведем через две крайние звезды его ручки мысленную прямую вправо (на восток). Тогда невысоко на северо-востоке мы увидим яркую звезду желтого цвета. Это Капелла, главная звезда созвездия Возничего. В последующие месяцы она станет своего рода «точкой опоры» в ориентировании на богатейшем на яркие звезды и созвездия зимнем небе. Так что познакомимся с Капеллой заранее и перейдем к шагу №5 (см. карту). Между Кассиопеей и звездой Капелла наше внимание привлечет россыпь звезд, чем-то похожая на букву «Т». Это созвездие Персея. Центральная звезда этого созвездия – Мирфак. По блеску она даже немного превосходит ярчайшие звезды Кассиопеи и соответствует ярчайшим звездам ручки ковша Большой Медведицы.

Также отыщите по нашей карте звезду Алголь, вторую по яркости звезды этого созвездия. Но, не исключено, что, наблюдая эту звезду, вы со мной в этом не согласитесь, т.к. Алголь будет равного с расположенной рядом с ним звездой 3-й звездной величины, обозначаемой как «ро» Персея и уступать в блеске соседним с Мирфаком звездам этого созвездия. Теперь повторите свои наблюдения Алголя на следующий вечер, или спустя два-три вечера, и вы обнаружите, что звезда стала ярче и, действительно, теперь вторая по яркости в созвездии Персея. Это не обман зрения. Перед нами затменно-переменная звезда. На расстоянии 93 световых лет расположена система из двух звезд, расположенных настолько близко друг к другу, что их невозможно видеть по отдельности ни в один телескоп в мире! Когда менее яркая и звезда проходит на фоне более яркой, мы видим ослабление блеска Алголя. А когда она оказывается сбоку от главной звезды (по отношению к земному наблюдателю), то Алголь на нашем небе виден в максимальном блеске. Ритмичные изменения блеска с точно измеренным периодом в 2 суток 20 часов 49 минут 2,5 секунды и дали название этой звезде. Учитывая то, что на

старинных звездных картах Алголь и «ро» Персея обозначали голову Медузы в руках Персея, то «подмигивающий» глаз называли арабским словом «хоуль» (страх), дошедшее в названии звезды как «Алголь».

Теперь повернитесь так, чтобы Полярная звезда оказалась у вас за спиной. Какую сторону горизонта вы теперь обозреваете? Правильно, южную. Теперь восток находится слева от вас, а запад – справа. Проведите мысленную прямую от зенита к точке юга. Эта мысленная прямая пойдет по большому кругу, именуемому небесным меридианом. Светила, проходящие между Полярной звездой и точкой юга, проходят верхнюю кульминацию, а между Полярной и точкой севера (т.е. «под» Полярной) – нижнюю кульминацию. Положение светила в момент верхней кульминации обозначает наивысшее положение данного светила над горизонтом на этой географической широте. Итак, около 22 часов по местному времени в южной части небосвода, немного западнее (правее) небесного меридиана невысоко над горизонтом вы заметите яркое желтое светило. Его сложно не заметить из-за значительного блеска. Это планета Юпитер – крупнейшая планета Солнечной системы. В этом году Юпитер гостит в созвездии Козерог. Это южное созвездие, состоящее из звезд 3-5m, поэтому из городов его наблюдать также сложно. Лучше с этим созвездием знакомиться из сельской местности, а еще лучше – из южных широт, где Козерог поднимается выше над горизонтом. Мы не стали бы заострять столько внимания на этом малоприметном зодиакальном созвездии, если бы в нем не находился в нынешнем, 2009 году яркий Юпитер.

Взгляните на карту слева (для ее увеличения нажмите на изображение). На ней показаны положения Юпитера 1, 15 и 31 октября 2009г., а также положение Луны вечером 26 октября 2009г. Стрелками указаны направления на наиболее яркие звезды созвездия Козерога. Остальные звезды лучше проследить при помощи бинокля. Итак, восточнее (левее) Юпитера найдите звезды +2,9m Денеб Аль-геди, обозначаемую греческой буквой «дельта» Козерога. А справа (к западу) от Юпитера найдите две звезды примерно одной яркости: одна выше другой. Это Альгеди и Дабих – «альфа» и «бета» Козерога. Вышеперечисленные звезды образуют северную и наиболее яркую часть этого южного созвездия, в котором Солнце гостит с конца января и всю первую половину февраля.

Остальные звезды этого созвездия попробуйте отыскать, опираясь на нашу карту. Еще раз повторимся, что лучше для этих целей применить бинокль. Самую южную часть созвездия увидеть особенно сложно, т.к. ее из-за низкого положения над горизонтом могут закрывать наземные объекты. И сложнее всего будет разглядеть слабые звезды Козерога в дни, когда по нему будет проходить Луна, а именно в период с 25 по 28 октября этого года, т.к. помехой станет яркий свет Луны, в больших городах который, ко всему прочему, еще и «подсветит» пыль, циркулирующую в городском воздухе.

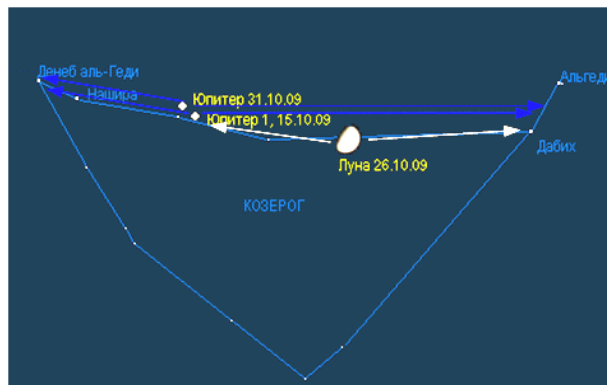
А знаете ли вы, какая звезда самая яркая на ночном северном небе? Это Вега, «альфа» Лиры. Она всего на 0,05m превосходит по блеску уже известную нам Капеллу, «альфу» Возничего. Давайте попробуем найти бело-голубую красавицу Вегу на осеннем небе. Найдите на небе Полярную звезду, повернувшись лицом на север. Нашли? Если нет, то прочитайте первые несколько абзцев нашего описания звездного неба октября. После того, как найдете Полярную, переместите взгляд влево от нее, пока не заметите на западе – северо-западе примерно на одной с Полярной звездой высоте над горизонтом яркую бело-голубую звезду, ярчайшую в этой части небосвода. Это и есть Вега. Остальные звезды созвездия Лиры расположились левее Веги в виде небольшого параллелограмма, состоящего из звезд 3-й и 4-й звездных величин. Городские наблюдатели могут рассмотреть это созвездие в бинокль, когда всего его звезды попадут в одно поле зрения с Вегой. Бинокль позволит пронаблюдать еще одну двойную звезду. Та звезда созвездия Лиры, которая видна левее и выше Веги, обозначаемая на картах греческой буквой «эпсилон» (см. карту слева) в бинокль видна в виде двух звездочек равного блеска, расположенные близко друг к другу. В любительские

телескопы обе эти звезды, в свою очередь, разделяются на две пары. Таким образом, в этой кратной системе, по меньшей мере, 4 звезды!

Познакомившись с ярчайшей звездой ночного северного неба (но не всего неба, где по блеску лидирует Сириус, расположенный в южном полушарии небесной сферы, видимый в наших широтах по вечерам зимой и в первой половине весны), продолжим наше знакомство со звездами. Левее и выше Веги обратите внимание на яркую звезду, несколько уступающую по блеску Веге. Это Денеб – «альфа» Лебеда. Само созвездие протянулось вниз от Денеба в виде большого креста. Не даром созвездие Лебеда называют «Северным Крестом» по аналогии с южным созвездием Южного Креста, не видимым из наших широт. А ниже Веги и Денеба видна еще одна яркая звезда (на полпути между Юпитером и Вегой, если вы наблюдаете в 2009 году) – Альтаир («альфа» Орла), образующая вместе с Денебом и Вегой треугольник, который называется летне-осенним. Пользуясь картой неба слева (для увеличения нажмите на изображение), отыщите остальные звезды, образующие фигуры созвездий Лебеда и Орла.

Теперь давайте снова вернемся к созвездиям Кассиопеи и Персея и, опираясь на нашу карту, найдем такие осенние созвездия, как Андромеда и Пегас. Варианты поиска наиболее ярких звезд этих созвездий показаны стрелками. Звезды Андромеды по яркости не уступают звездам ковша Большой Медведицы, поэтому могут без труда быть найдены даже в условиях городской засветки. Немного уступают им в блеске некоторые звезды Пегаса. Пегас и Андромеда на осеннем небе занимают всю юго-восточную часть неба, протянувшись с востока на юг, и в наших широтах поднимаются высоко над горизонтом. Более того, звезды Аламак и Мирах созвездия Андромеды на широте Москвы являются незаходящими, т.е. их можно наблюдать в любую ясную ночь в течение всего года.

Если вы наблюдаете созвездие Андромеды в безлунную ночь вдали от городских огней, то найдите среднюю в цепочке ярких звезд созвездия Андромеды звезду Мирах (см. карту). Выше нее видны три слабые звездочки, образующие вместе со звездой Мирах что-то вроде рогатки (или латинской буквы Y). И между «рогами» этой буквы Y, немного выше, вы, вероятно, заметите «краем глаза» слабое туманное пятнышко. Вглядитесь в него в бинокль. Пятнышко видно отчетливо и более крупно. Это знаменитая туманность Андромеды – исполинская галактика, расположенная на расстоянии 530 кпк от нас. Обязательно найдите этот яркий объект, находящийся за пределами нашей с вами Галактики!



Сведения о видимости планет и Луне в октябре месяце можно найти в Календаре наблюдателя за октябрь. КН является приложением к журналу Небосвод. Октябрьский КН можно скачать по ссылке на 2 странице обложки журнала или вместе с архивом журнала Небосвод за сентябрь по ссылке, приведенным также на 2 странице обложки.

Ясного неба и успешных наблюдений!

Олег Малахов, любитель астрономии

<http://meteoweb.ru>

Публикуется в журнале Небосвод с любезного разрешения <http://meteoweb.ru>. Полный вариант статьи на данном сайте

НОЯБРЬ – 2009



Обзор месяца

Основными астрономическими событиями месяца являются: 5 ноября - верхнее соединение Меркурия с Солнцем, 17 ноября - максимум действия метеорного потока Леониды, 21 ноября - покрытие звезды HIP 34106 (7,5m) астероидом 234 Barbara.

Солнце, двигаясь по созвездию Весов, 23 ноября пересечет границу созвездия Скорпиона, а 29 ноября достигнет созвездия Змееносца. Склонение центрального светила к концу ноября достигает 21,5 градуса к югу от небесного экватора, поэтому продолжительность дня в северном полушарии Земли близка к минимальной. В начале месяца она составляет 9 часов 12 минут, а к концу описываемого периода уменьшается до 7,5 часов, принимая значение всего на полчаса больше минимальной продолжительности. Эти данные справедливы для широты Москвы, где полуденная высота Солнца за месяц уменьшится с 19 до 12 градусов.

Ноябрь - не лучший месяц для наблюдений Солнца, тем не менее, наблюдать новые образования на поверхности дневного светила можно практически в любой телескоп и даже без применения оптики. Достаточно спроецировать изображение Солнца на лист бумаги через проделанное в другом листе отверстие. При наблюдениях Солнца в телескоп или бинокль нужно **обязательно (!) применять солнечный фильтр**.

Луна начнет свой путь по ноябрьскому небу в созвездии Рыб (севернее звезды дельта Psc) при возрастающей фазе 0,95. Увеличивая склонение, ночное светило 2 ноября пересечет границу созвездия Овна, где примет фазу полнолуния. К полуночи 4 ноября яркий лунный диск ($\Phi = 0,98$) приблизится к созвездию Тельца, перейдя в которое покроет Плеяды. Но полоса ноябрьского покрытия этого скопления пройдет по Центральной Америке и Африке, а на территории России и СНГ можно будет наблюдать лишь сближение естественного спутника Земли и Плеяд.

Двигаясь по созвездию Тельца, Луна к полудню 6 ноября войдет во владения Ближнецов и пробудет в этом созвездии до 8 ноября, уменьшив фазу 0,66. Следующим созвездием на пути ночного светила станет Рак. Здесь 9 ноября Луна ($\Phi = 0,59$) пройдет в трех градусах южнее звездного скопления Ясли (M44), а через несколько часов - на таком же угловом расстоянии южнее Марса. Созвездия Льва достигнет уже лунный полудиск, т.к. до пересечения его (созвездия) границы наступит фаза последней четверти.

10 ноября Луна ($\Phi = 0,4$) пройдет южнее Регула, на следующий день по «традиции» посетит созвездие Секстанта, а после полудня 12 ноября при фазе 0,2 перейдет в созвездие Девы, где сблизится с Сатурном. Пройдя при фазе 0,07 в 5 градусах южнее Спики 14 ноября, тонкий серп покинет 15 ноября владения Девы и вступит в соединение с Венерой уже в созвездии Весов.

16 ноября Луна примет фазу новолуния и перейдет на вечернее небо. Первым вечерним созвездием для растущего серпа будет Скорпион. Здесь 17 ноября Луна ($\Phi = 0,01$) вступит в соединение с Меркурием, который будет находиться в градусе севернее звезды дельта Sco. 18 и 19 ноября тонкий серп будет пересекать созвездие Змееносца, а затем на трое суток обогнует в созвездии Стрельца.

В созвездие Козерога Луна вступит 22 ноября уже со значительной освещенной частью видимой поверхности. После недельной «разлуки» с планетами ночное светило пройдет севернее Юпитера и Нептуна. С самой большой планетой Солнечной системы Луна сблизится 23 ноября при фазе 0,41, а с самой далекой - 24 ноября при фазе 0,44. Первую четверть Луна встретит около полуночи 25 ноября, перейдя в созвездие Водолея. В этом созвездии ночное светило ($\Phi = 0,6$) пробудет до полуночи 26 ноября, а после перехода в созвездие Рыб сблизится с Ураном при фазе 0,67.

В последующие дни Луна совершит путешествие по созвездиям Рыб и Овна. Свой путь по ноябрьскому небу ночное светило закончит при фазе 0,97 недалеко от границы с созвездием Тельца.

Все **большие планеты Солнечной системы**, кроме Меркурия, в ноябре имеют достаточно благоприятные условия для наблюдений.

Меркурий весь месяц имеет прямое движение. В течение ноября он побывает с созвездиях Девы, Весов, Скорпиона и Змееносца. 5 ноября быстрая планета вступает в соединение с Солнцем, переходя с утреннего на вечернее небо. Но склонение Меркурия имеет значение меньше солнечного, поэтому условия его наблюдений неблагоприятны даже в конце месяца, когда его элонгация составит 14 градусов. Видимый диаметр планеты весь месяц сохраняется близ минимального значения (около 5 секунд дуги). В южных районах страны Меркурий может быть найден с помощью бинокля в самом конце месяца.

Венера, по-прежнему, находится на утреннем небе, а лучшие условия для ее наблюдений будут в начале месяца, когда ее видимость составляет более часа. Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Девы, 3 ноября проходя севернее Спики, а 14 ноября переходя в созвездие Весов и оставаясь в нем до конца месяца. На утреннем небе невооруженным глазом Венера наблюдается, как самая яркая (-3,7m) звезда. В телескоп она видна в виде небольшого белого диска. Видимый диаметр планеты близок к минимальному (около 10 угловых секунд), а фаза - к 1,0. В конце месяца Венера для невооруженного глаза теряется в лучах восходящего Солнца, хотя в бинокль ее можно будет наблюдать и в декабре.

Марс обладает прямым движением, и перемещается по созвездию Рака до конца месяца, когда достигнет границы с созвездием Льва. В начале ноября загадочная планета будет перемещаться по северной части рассеянного звездного скопления Ясли, и это будет самым эффектным участком ее видимого пути за весь месяц. Условия видимости Марса в течение месяца улучшаются. Блеск увеличивается до 0,0m, угловой диаметр - до 10 секунд дуги, а продолжительность видимости достигает 10 часов.

Юпитер весь месяц находится близ звезды йота Козерога, сближаясь с ней в начале ноября до четверти градуса. Газовый гигант имеет прямое движение и постепенно сближается с Нептуном, находящимся несколько восточнее. Наблюдается Юпитер в первой половине ночи около 5 часов. Невооруженному глазу он представляется звездой с блеском около -2,2m в южной и юго-западной части неба. В телескоп виден диск диаметром около 40 секунд дуги с легко различимыми деталями. Большие спутники планеты участвуют во взаимных покрытиях, т.к. плоскости их орбит направлены к наблюдателю на Земле.

Сатурн (+1,0m) имеет быстро увеличивающуюся утреннюю видимость. В начале месяца он виден около трех часов, а к концу ноября - уже около 6 часов. Весь месяц планета наблюдается в созвездии Девы, обладая прямым движением. В телескоп виден диск планеты (17 угловых секунд). Кольцо Сатурна имеет весьма тонкий вид.

Уран (+6m) движется попятно по созвездию Водолея. Он может быть найден невооруженным глазом в отсутствие Луны.

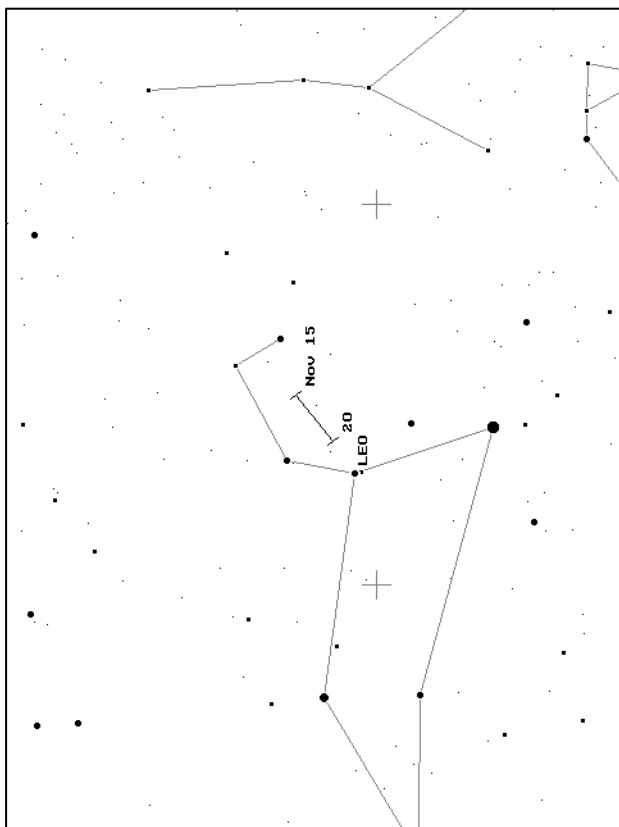
Нептун (+8m) наблюдается в созвездии Козерога восточнее Юпитера. Самые далекие планеты видны первую половину ночи, а найти их среди звезд помогут карты в КН_01_2009 или АК_2009.

Кометами месяца являются P/Wild (81P) в созвездии Льва и Siding Spring (C/2007 Q3) в созвездии Льва, Девы и Волос Вероники.

Из астероидов ярче других (7,9m) будет Веста (во Льве).

Из ярких долгопериодических **переменных звезд** (до 8m) максимума блеска достигнут: W Lyr (7,9m) 6 ноября, SY Her (7,8m) 17 ноября, Мира (о Кита) (3,4m) 19 ноября, RR Sgr (6,8m) 20 ноября, W Hya (5,7m) 25 ноября, U Her (7,5m) 27 ноября и X Oph (6,8m) 30 ноября. Данные о других переменных имеются в таблице КН.

Максимум действия метеорного потока Леониды 17.11.2009 (по данным [IMO](#))

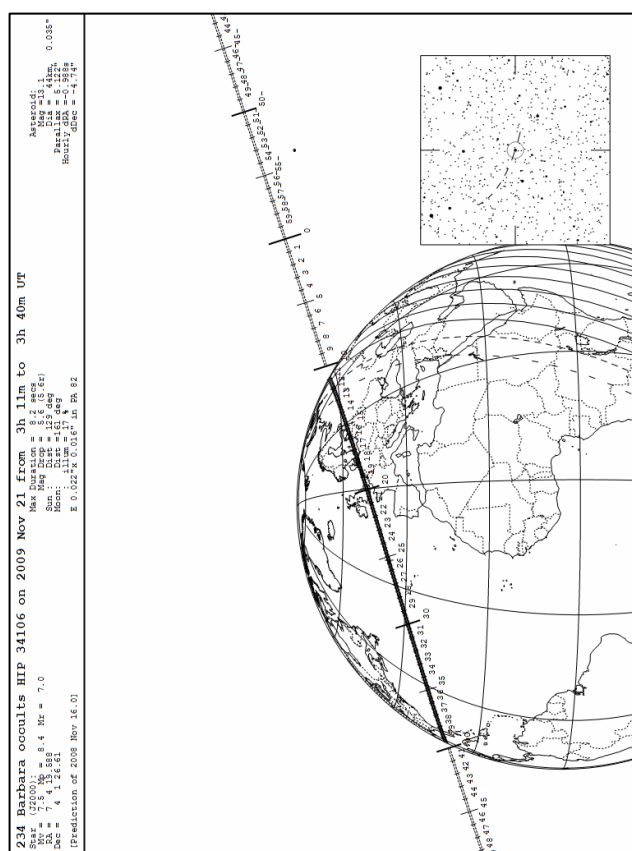


Maximum: **November 17 15 h 10 m UT**
(nodal crossing at $\lambda_0 = 235^\circ 27'$) but see below
ZHR = 100+?
TFC: $\alpha = 140^\circ \delta = +35^\circ$ and $\alpha = 129^\circ \delta = +06^\circ$ ($\beta > 35^\circ$ N)
or
 $\alpha = 156^\circ \delta = -03^\circ$ and $\alpha = 129^\circ \delta = +06^\circ$ ($\beta < 35^\circ$ N)
IFC: $\alpha = 120^\circ \delta = +40^\circ$ before 0h local time ($\beta > 40^\circ$ N);
 $\alpha = 120^\circ \delta = +20^\circ$ before 4h local time and $\alpha = 160^\circ \delta = 00^\circ$ after 4h ($\beta > 0^\circ$ N)
 $\alpha = 120^\circ \delta = +10^\circ$ before 0h local time and $\alpha = 160^\circ \delta = -10^\circ$ ($\beta < 0^\circ$ N)

Активность потока проявляется с 10 по 21 ноября при традиционном максимуме 17 ноября. Радиант потока находится в созвездии Льва с координатами: $\alpha = 152^\circ$, $\delta = +22^\circ$. Для Леонид характерны быстрые белые метеоры, имеющие скорость 71 км/с. Как показали наблюдения 2003 - 2008 гг., поток имел несколько повышенную активность с ZHR до 40. Теперь эпоха штормов и сильных всплесков Леонид между 1998 - 2002 гг., связанная с перигелием в 1998 г. родительской кометы 55P/Темпеля-Туттля, завершилась.

Однако, интерес к этому захватывающему потоку не ослаб. Тем более, что в 2009 году ожидается повышенная активность с часовым числом метеоров в максимуме около 100 и более! Максимум действия потока в этом году придется на 15 часов 10 минут UT 17 ноября. Луна, имеющая фазу новолуния не создаст помех при наблюдении Леонид. Радиант Леонид достигает полезной высоты только после местной полуночи (а в южном полушарии еще позже).

Покрытие звезды HIP 34106 (7,5m) астероидом 234 Barbara 21.11.2009



Оперативные сведения о явлениях и новых объектах имеются на [AstroAlert](http://astroalert.ka-dar.ru/) (<http://astroalert.ka-dar.ru/>).
Подробное описание явлений и результаты наблюдений - на [Астрофорум](#), [ДваСтрельца](#), [Метеовед](#), [РеалСкай](#).
Общие сведения о небесных объектах - на сайте [Знания-Сила](#). Для наблюдателей deep-sky будет интересен сайт [Наедине с космосом](#). Посетите также новый великолепный сайт [Астрономические опыты](#). Явные ссылки на эти сайты на рекламной странице журнала

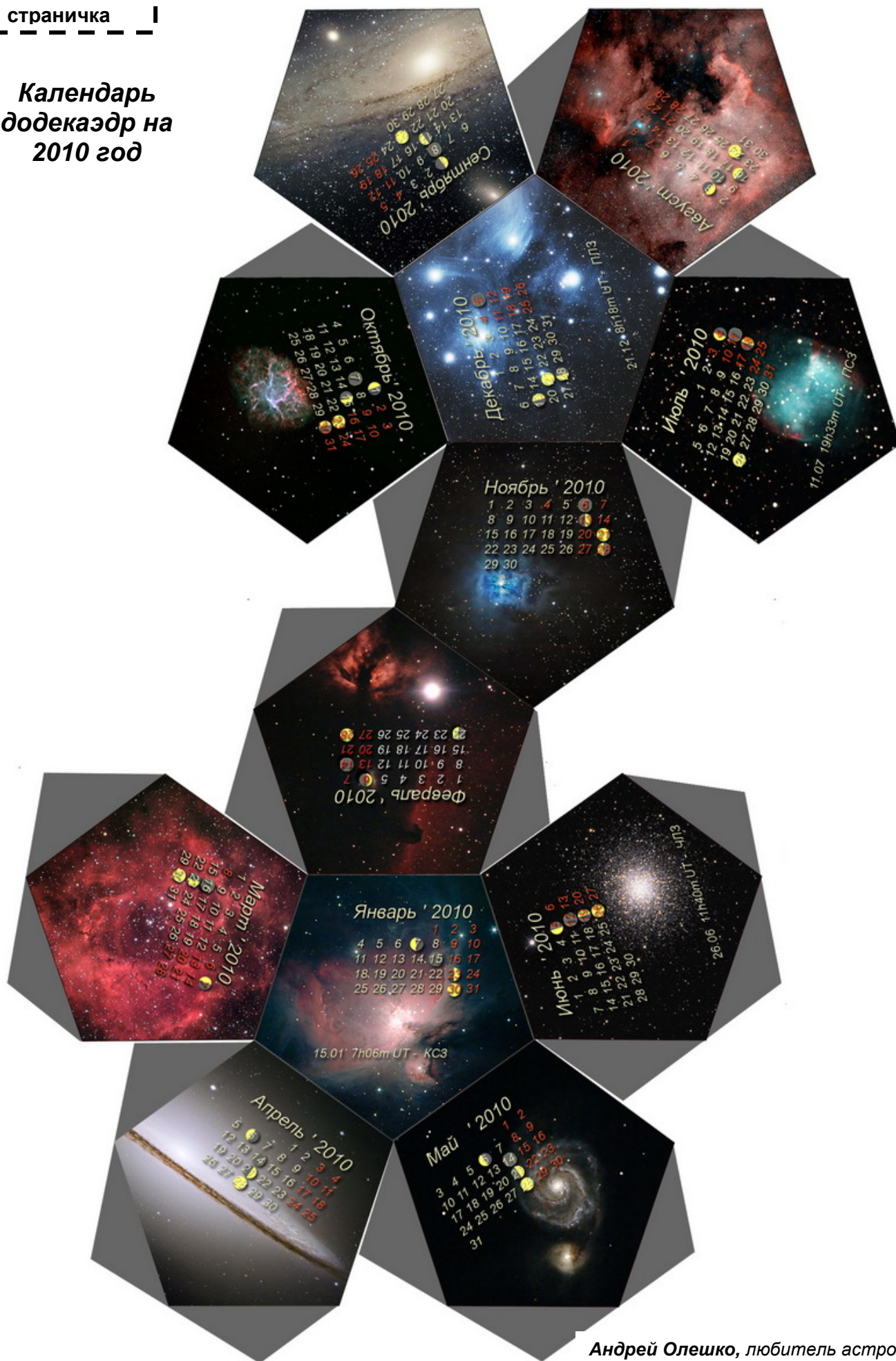
Ясного неба и успешных наблюдений!

Эфемериды планет, комет и астероидов имеются в **Календаре наблюдателя № 11 2009 год** (ссылка на 2 стр. обложки)

Александр Козловский

<http://moscowaleks.narod.ru> и <http://astrogalaxy.ru>

Календарь додекаэдр на 2010 год



Андрей Олешко, любитель астрономии
<http://astroexperiment.ru>

**«Астрономические опыты»:
интересно, полезно,
познавательно, практично**

Астрономия полезна потому, что она возвышает нас над нами самими; потому, что она величественна; она полезна потому, что она прекрасна. Именно она являет нам, как ничтожен человек телом и как велик он духом, ибо ум его в состоянии объять сияющие бездны, где его тело является лишь темной точкой, в состоянии насладиться их безмолвной гармонией. Так мы приходим к сознанию своей мощи, и это сознание многого стоит, потому что делает нас сильнее.

Анри Пуанкаре

Астрономические опыты

Астрономия Алфавит неба Самоделки Фотоальбом

Лунное затмение
Пепельный свет
Луна
Полнолуние
Тень Земли
Туманность Ориона
Плеяды
"Кольцо" M57
"Водоворот" M51
"Конская голова"
Скопление Геркулеса M13
Комета Холмса

Комета Холмса



Комета Холмса (17P/Holmes)

Осенью 2007 года произошло очень необычное событие - ничем не примечательная комета Холмса неожиданно вспыхнула, увеличив свой блеск в тысячи раз! Её газовая голова размером стала сравнима с Солнцем! Комета была легко видна невооруженным глазом, а в небольшие телескопы представляла собой просто феерическое зрелище.

Этот снимок был сделан вечером 18 ноября 2007г. фотоаппаратом Canon 350D в главном фокусе 200-мм телескопа Ньютона. Понадобилось 36 20-секундных экспозиций. Снимки при обработке выравнивались по движущейся комете, поэтому изображения звезд оказались растянутыми. Яркая звезда рядом с кометой - α Персея (Мирфак).

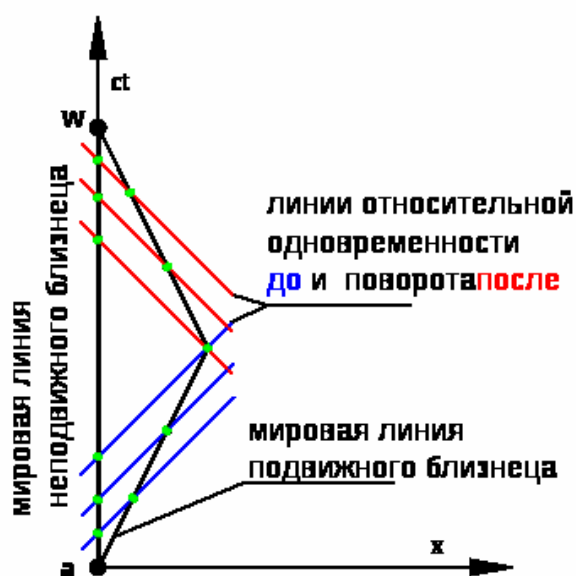


Андрей Олешко, любитель астрономии
<http://astroexperiment.ru>

Андрей Олешко, 2009г.

Hot/00 188 +20 УЧАСТНИК TOP 100 Rambler's g.kuno POWERED BY

Еще раз об относительности времени



Изображение с сайта
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ru/thumb/6/6b/Minkovsky_fantas1.svg/180px-Minkovsky_fantas1.svg.png

Уважаемая редакция!

Вне зависимости от того, сколь серьезно следует воспринимать заметку «Кое-что об относительности времени (из архива Кифы Васильевича)» («Небосвод», 2009-09, с.37-38), хочу сказать, что и сам я достаточно давно начал сомневаться в реальности так называемого парадокса близнецов. Для ясности скажу, что сам я по специальности физик-оптик, т.е. в данной области дилетант; однако, имея базовые представления в области современной физики, именно с этой точки зрения подверг сомнению реальность указанного парадокса. Суть моих аргументов состоит в следующем.

Предположим, что где-нибудь в пространстве, разделенные неким постоянным, прецизионно измеренным расстоянием, находятся два наблюдателя – А и Б. Они синхронизировали свои часы (например, с помощью радиосигнала), и поэтому каждый из них точно знает, который час в данный момент у его напарника. Более того, они вообще могут жить одним временем, то есть полдень одного из них будет соответствовать полдню второго, и так далее. Пусть относительно их движется с постоянной скоростью некий третий наблюдатель В. В определенный момент, который мы условно примем за ноль (начало отсчета), он проходит мимо наблюдателя А, и в этот миг они оба запускают свои хронометры; предположим, что расстояние между ними в момент прохождения незначительно, и временем, затраченным сигналом на прохождение этого расстояния, можно пренебречь, поэтому хронометры

будут запущены одновременно с точки зрения каждого из наблюдателей. Далее В проходит мимо наблюдателя Б и в этот момент останавливает свой хронометр. Наблюдатель Б в этот же момент, зафиксированный его часами, посылает наблюдателю А сигнал о том, что прохождение состоялось; предположим, его касается то же условие, что и А (расстояние прохождения незначительно).

Можно упростить этот воображаемый эксперимент. Пусть наблюдателя Б вообще нет, а есть лишь некая точка Б в пространстве. Наблюдатель А при помощи мощного телескопа сам наблюдает прохождение В мимо Б. Так или иначе, он делает поправку на время прохождения сигнала (света) от Б до А и определяет время, затраченное В на преодоление этого расстояния. То же самое делает В по своим часам. Вопрос состоит вот в чем: будет ли время, определенное А и В, одинаковым, или нет? Если нет, то непонятно, на каком основании, так как наблюдатели А и В в соответствии с принципом Галилея абсолютно равноправны; мы не знаем, кто из них испытал ускорение и испытал ли вообще. А если да, то никакого парадокса близнецов не существует. Или по крайней мере он должен быть обусловлен некими иными причинами, не вытекающими непосредственно из принципа относительности и специальной теории относительности (СТО) как его обобщения.

Более того. Как известно, Вселенная расширяется, и удаленные галактики движутся относительно нас (или мы относительно этих галактик) с околосветовыми скоростями (по крайней мере, наиболее удаленные из них). Это движение было задано в момент Большого Взрыва, и ни одна из галактик не находится в привилегированном положении относительно других. И хотя они весьма удалены, теоретически ничто не исключает возможности взаимного наблюдения неких процессов, происходящих во взаимно удаляющихся галактиках. С точки зрения каждой из них, замедляться будут процессы, происходящие в другой галактике. А поскольку одновременно нечто подобное не может иметь места (не может X быть меньше Y , а Y меньше X), очевидно, что реальный ход физических процессов в этих галактиках должен происходить с одинаковой скоростью, если только на него не будут влиять другие, неучтенные факторы. Но к СТО и парадоксу близнецов это уже не будет иметь никакого отношения.

Предлагаю эти рассуждения Вашему вниманию.

С уважением

Юрий Гаськевич, г. Львов, Украина

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов



ОБСЕРВАТОРИЯ

Главная любительская обсерватория России
всегда готова предоставить свои телескопы
любителям астрономии!

<http://www.ka-dar.ru/observ>

Сделайте шаг к науке
вместе с нами!

Астрономический календарь на 2010 год (скоро)



ДВАНЕВОСТОЧНАЯ АСТРОНОМИЯ

<http://dvastronom.ru>

Два стрелы

<http://shvedun.ru>



Наедине с Космосом

<http://naedine.org>

сайт для любителей астрономии и наблюдателей дип-скай объектов...

<http://astroexperiment.ru>

Астрономические опыты

Астрономия

Азбука
неба

Самodelки

Фотоальбом

REAL SKY

Астрономический online-журнал

<http://www.fealskv.ru>

[Помощь](#) | [Соглашение](#) | [На связи](#) | [Карта сайта](#)

<http://meteoweb.ru>
Мы расскажем о погоде все!

Meteoweb ru

[главная страница](#)
[о проекте](#)
[написать нам](#)
[ФОРУМЫ ПРОЕКТА](#)
[объявления](#)

[погода в Москве](#)
[погода в регионах](#)
[фотодневник погоды](#)
[прогноз погоды на октябрь](#)
[что наблюдать в октябре?](#)

*** Знания - сила ***

<http://znaniya-sila.narod.ru>

Как оформить подписку на бесплатный астрономический журнал «Небосвод»

Подписку можно оформить в двух вариантах: печатном (принтерном) и электронном. На печатный вариант могут подписаться любители астрономии, у которых нет Интернета (или иной возможности получить журнал) прислав обычное почтовое письмо на адрес редакции: **461675, Россия, Оренбургская область, Северный район, с. Камышлинка, Козловскому Александру Николаевичу**. На этот же адрес можно присылать рукописные и отпечатанные на принтере материалы для публикации. Рукописи и печатные материалы не возвращаются, поэтому присылайте копии, если Вам нужен оригинал.

На электронный вариант в формате pdf можно подписаться (запросить все предыдущие номера) по e-mail редакции журнала nebosvod_journal@mail.ru (резервный e-mail: sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru) Тема сообщения - «Подписка на журнал «Небосвод». Все номера можно скачать по ссылкам на 2 стр. обложки



Область Тарантула

