

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД

Тема номера:

Откуда астрономы это знают?

Повторяемость  
видимости планет

Фобос и Деймос:  
близкие и  
недоступные

Небесные часы

Тесные сближения планет  
Солнечной системы

---

№ 5 май 2007

## 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](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](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](http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/30/0001217237/ak_2007sen.zip)  
АК 2007 в формате Word (архив 1,7 Мб)  
[http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/30/0001217237/ak\\_2007\\_se.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/30/0001217237/ak_2007_se.zip)

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

Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)  
[http://astrogalaxy.ru/download/komet\\_observing.zip](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>

Противостояния Марса (архив - 2 Мб)  
[http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005\\_2012.zip](http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip)

Календарь наблюдателя – Ваш постоянный спутник в наблюдениях звездного неба!  
КН на май <http://images.astronet.ru/pubd/2007/03/20/0001221237/kn052007lov.zip>  
КН на июнь <http://images.astronet.ru/pubd/2007/04/13/0001221557/kn062007.zip>

Астрономическая Интернет-рассылка 'Астрономия для всех: небесный курьер'.  
(периодичность 2-3 раза в неделю: новости астрономии, обзор астрономических явлений недели).  
Подписка здесь! [http://content.mail.ru/pages/p\\_19436.html](http://content.mail.ru/pages/p_19436.html)



[www.popularmechanics.ru](http://www.popularmechanics.ru)

«Фото и Цифра» -  
все о цифровой  
фототехнике  
[www.supergorod.ru](http://www.supergorod.ru)



«Астрономический Вестник»  
НЦ КА-ДАР - <http://www.ka-dar.ru/observ>  
Подписка принимается на [info@ka-dar.ru](mailto:info@ka-dar.ru)  
<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>



Вселенная. Пространство.  
Время [www.vselennaya.kiev.ua](http://www.vselennaya.kiev.ua)

### Архивные файлы журнала «Небосвод»:

Номер 1 за 2006 год [http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod\\_1.zip](http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod_1.zip)  
Номер 2 за 2006 год [http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod\\_2.zip](http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod_2.zip)  
Номер 3 за 2006 год [http://images.astronet.ru/pubd/2006/11/29/0001218206/nebosvod\\_n3.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2006/11/29/0001218206/nebosvod_n3.zip)  
Номер 1 за 2007 год [http://images.astronet.ru/pubd/2007/01/07/0001220142/nebosvod\\_0107.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2007/01/07/0001220142/nebosvod_0107.zip)  
Номер 2 за 2007 год [http://images.astronet.ru/pubd/2007/02/01/0001220572/nb\\_0207.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2007/02/01/0001220572/nb_0207.zip)  
Номер 3 за 2007 год [http://images.astronet.ru/pubd/2007/02/15/0001220801/nb\\_0307.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2007/02/15/0001220801/nb_0307.zip)  
Номер 4 за 2007 год [http://images.astronet.ru/pubd/2007/03/28/0001221352/nb\\_0407.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2007/03/28/0001221352/nb_0407.zip)

# НЕБОСВОД

№ 5 2007, vol. 2

## Уважаемые любители астрономии!

Последний месяц весны характерен окончанием наблюдательного сезона в северных и в какой-то степени в средних широтах. А насыщенный минувший месяц, конечно же, оставил яркие впечатления о прошедшем фестивале любителей астрономии и телескопостроения «Астрофест-2007». В одном месте собралось полтысячи любителей астрономии! Основное внимание привлекал парад телескопов, где можно было видеть практически все виды любительских инструментов, как самодельных, так и известных фирм-изготовителей. Ночные наблюдения не оставили равнодушным никого из присутствующих. Небо хотя и не было идеально чистым, но все же позволило наблюдать молодую Луну, Венеру, Сатурн, а также другие объекты звездного неба. Насыщенная программа фестиваля позволила любителям астрономии узнать много нового о исследованиях переменных звезд, комет, опыте фотографирования небесных тел. Фотографии любителей демонстрировались в фойе главного здания. Научным центром «Ка-Дар» каждому участнику «Астрофест-2007» был подарен «Астрономический календарь на 2007 год» и очередной номер журнала «Астрономический вестник». Журнал «Небосвод» также предлагался любителям астрономии, но его тираж пока зависит от принтера, поэтому получить его в печатном виде смогли не все желающие. Тем не менее, вы всегда можете скачать любой вышедший номер по ссылкам на 2 странице обложки. Редакция журнала, по-прежнему, ждет ваших предложений и материалов для публикации.

*Искренне Ваши*

*Александр Козловский*

## Содержание

- 4 Небесный курьер  
(новости астрономии)
- 12 Откуда астрономы это знают?  
*Дмитрий Вибе*
- 18 Повторяемость видимости планет  
*Александр Кузнецов*
- 24 Фобос и Деймос: близкие и недоступные  
*Мария Позднякова*
- 29 Небесные часы  
*Александр Леушканов*
- 31 Тесные сближения планет Солнечной системы  
*Александр Козловский*
- 35 Экскурсия в обсерваторию физического факультета Московского Педагогического Университета  
*Юрий Соломонов*
- 36 Небо над нами: ИЮНЬ – 2007  
(обзор явлений месяца)
- 37 Полезная страничка  
(созвездия и собственные имена их звезд)

*Обложка: Луна в фазе первой четверти*

Условия съемки публикуемой фотографии:  
Камера Konika-Minolta + рефрактор «Скайвотчер»  
150/1200мм Кубанского Университета.

Автор: Бердыш Александр (Кубанский астрономический клуб)

## Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

Редактор и издатель: Козловский А.Н.

Редакция журнала: любители астрономии России и СНГ

Корректор: Е.А. Чижова; дизайнер обложки и внутренних страниц журнала: Н. Кушнир

E-mail: [nebosvod\\_journal@mail.ru](mailto:nebosvod_journal@mail.ru) (резервный e-mail: [sev\\_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru](mailto:sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru))

Рассылка журнала: «Астрономия для всех: небесный курьер» - [http://content.mail.ru/pages/p\\_19436.html](http://content.mail.ru/pages/p_19436.html)

Веб-сайты: [www.astrogalaxy.ru](http://www.astrogalaxy.ru), [www.nebosvod.ru](http://www.nebosvod.ru) (проект) При перепечатке ссылка на журнал обязательна

Сверстано 16.04.2007

© Небосвод, 2007



## Марс опять лишают древних океанов



Вид марсианского грунта, полученный с помощью Microscopic Imager. Изображенный фрагмент занимает 3 см в поперечнике. Округлое зерно в левом нижнем углу имеет диаметр приблизительно 3 миллиметра (размер семечек из подсолнечника). Фото NASA/JPL/US Geological Survey.

Обнаружение некоторых специфических осадочных пород на Марсе, в районе плато Меридиана (Meridiani Planum), где в январе 2004 года высадился американский марсоход Opportunity, теперь объясняют не присутствием на планете в далеком прошлом океанов, а всего лишь наличием периодов резкого поднятия грунтовых вод. Об этом говорит новый анализ, проведенный геологами на основании данных по обильным эвапоритовым месторождениям, выявленным земным роботом-разведчиком. Осадки в исследованной Opportunity местности накапливались прямо на склонах, в отсутствие каких-либо кювет, в которых могла бы скапливаться и испаряться дождевая вода, несущая в себе растворенные минералы и способная формировать таким образом характерные отложения. Альтернативой этому объяснению считается гипотеза, высказанная ранее некоторыми учеными, занятыми в программе марсианских исследований, согласно которой все это плато в древности являлось дном (мелководным заливом, лагуной, пляжем) обширного океана. Изученные вездеходом-геологом наложения горных пород на плато Меридиана состоят из сернокислых (сульфатных) солей с вкраплением небольших гематитовых шариков, получивших наименование "черничин". Такая структура (наряду с ярко выраженной перекрестной слоистостью) считается верным признаком присутствия здесь в далеком прошлом больших количеств кислой подсоленной воды, богатой железом (или морской воды повышенной кислотности). На нашей планете эвапориты (то есть соединения, выпадающие из раствора солей при испарении - хлориды, сульфаты, карбонаты, нитраты и бораты) формируются в основном в лужицах, остающихся после дождей или отливов. Однако их распространенность в условиях плато Меридиана, где толщина подобных слоев необыкновенно велика - колеблется от 200 до 800

метров, - заставила ученых изрядно поломать голову над возможными объяснениями.

"Само их месторасположение и окружающая среда совершенно не соответствуют типичным условиям формирования подобных образований на Земле - там нет углублений, куда вода может стечь и при этом уже не в силах выбраться, - поясняет планетолог Джеффри Эндрюс-Ханна (Jeffrey Andrews-Hanna) из Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology - MIT, Кембридж). - На плато Меридиана нет никаких подходящих "отстойников". Вся его поверхность имеет лишь небольшой равномерный наклон в северном направлении". Эндрюс-Ханна и его коллеги Роджер Филлипс (Roger Phillips) из Университета Вашингтона (Washington University) в Сент-Луисе (штат Миссури) и Мария Зюбер (Maria Zuber) из MIT попытались заново решить эту загадку. Они провели компьютерное моделирование гипотетичного марсианского водного цикла с влажными периодами, имевшими место на заре существования этой планеты (4,5-3,7 миллиарда лет назад), и рассмотрели возможность появления к югу от экватора обильных дождевых потоков, приводящих к поднятию грунтовых вод. Одна из основных топографических особенностей изучаемых мест (в западном полушарии), наличие которой американцы в первую очередь учитывали в своем исследовании, - это крупнейшее вулканическое нагорье Тарсис (Tharsis, иначе говоря, Фарсида), состоящее из застывших лавовых потоков. Сформировавшийся еще в самую раннюю эпоху марсианской геологической истории (3,8-3,5 миллиарда лет назад) за счет поднятия мантийных магматических "плюмов", гигантский купол Тарсиса, как теперь считается, привел к "перекоосу" и едва ли не опрокидыванию всей планеты. Возможно, именно это обстоятельство послужило причиной глобальной деформации водоносных слоев, а также породило мощнейшие водные потоки, перемещавшиеся через плато Меридиана. Разница в наклонах поверхности, по которой льется вода, приводила к замедлению потоков в некоторых местах, к колебанию уровней грунтовых вод и даже к выходу их местами на поверхность. Подземная река могла скрытно течь до одной тысячи километров, прежде чем увидеть белый свет. А на поверхности (на "мелководье") эта вода неизбежно испарялась с образованием отложений солей... Авторы статьи полагают, что все это происходило в самом конце марсианского влажного периода (то есть 4-3,5 миллиарда лет назад), а после всего этого Красная планета только становилась все более и более засушливой. Нужно отметить, что результаты нового исследования высоко оценил, в частности, Стивен Сквайрс (Steven Squyres) из Корнеллского университета (Cornell University, Итака, штат Нью-Йорк), осуществляющий научное руководство программой марсианских роверов Mars Exploration Rover (MER). Он считает данную работу хорошим началом того долгого пути, что необходимо будет еще пройти для объяснения всех тех явлений, которые наблюдали земные аппараты на Марсе.

## Россия и Испания запустят новую космическую обсерваторию



Всемирная космическая обсерватория – Ультрафиолет.  
Изображение с сайта <http://grani.ru>.

Роскосмос и Центр развития промышленных технологий Испании подписали соглашение о сотрудничестве в области астрофизических исследований в рамках проекта "Всемирная космическая обсерватория - Ультрафиолет" (ВКО-УФ). Целью проекта ВКО-УФ является создание космической обсерватории для проведения различных исследований и наблюдений в ультрафиолетовом диапазоне, недоступном для наблюдений наземными средствами (диапазон 0,11-0,35 мкм). В числе и наиболее загадочных аспектов эволюции Вселенной (реионизация, химическая эволюция, поиск диффузной темной барионной материи), образования и эволюции звезд солнечного типа и планетных дисков вокруг них, исследование химического состава планет Солнечной системы, а также атмосфер внесолнечных планет. "Обе стороны согласились совместно осуществлять разработку научной программы и научное управление проектом. Что касается технических средств проекта, оба агентства пришли к согласию работать в тесном сотрудничестве по наземному сегменту проекта ВКО-УФ. Центр развития промышленных технологий выражает готовность финансировать создание систем удаленного управления для Центра управления наземными станциями, Центра управления полетом и Центра обработки научной информации", - говорится в документе. Испанская сторона также выразила согласие осуществлять финансовую поддержку функционирования обсерватории в течение всего времени ее существования. Ответственными организациями за выполнение программы работ по сотрудничеству в рамках этого соглашения от российской стороны

определены НПО имени Лавочкина и Институт астрономии Российской академии наук. НПО имени Лавочкина является головной организацией по космическому комплексу и наземному комплексу управления обсерваторией (в части, относящейся к российскому сегменту). Институт астрономии РАН является головным учреждением по созданию комплекса научной аппаратуры, наземному научному комплексу и реализации научной программы полета в рамках реализации проекта "Спектр-УФ". Ответственными организациями от Испании являются отдел научных программ и крупных проектов управления авиации, космических и промышленных программ (по техническим составляющим проекта) и Университет Комплутензе Мадрида (в части научного участия в проекте). В состав научной аппаратуры телескопа войдет спектрометр высокого разрешения HIRDES, состоящий из трех отдельных спектрографов высокого и низкого разрешения: УФ-спектрографа, вакуумного УФ-спектрографа и щелевого спектрографа. Ученые считают, что мировому научному сообществу крайне необходима такая обсерватория. Ведь в скором будущем прекратит работу космический телескоп "Хаббл" (Hubble), на борту которого есть аппаратура, работающая в ультрафиолетовом диапазоне спектра. Между тем на комплексе "Спектр-УФ" будут установлены более современные инструменты, и работать аппарат будет на гораздо большем удалении от Земли. Таким образом, новая обсерватория должна предоставлять научному сообществу спектральные данные гораздо более слабых космических источников. Сам этот проект был задуман еще в начале 1990-х годов, запуск намечался на 1997 г., однако экономические трудности не позволили тогда его реализовать. Задержка, конечно, негативно сказалась на отечественной космической науке, но, с другой стороны, она же и позволила разработчикам за прошедшее время внести ряд усовершенствований и существенно облегчить конструкцию аппарата.

## С Землей сблизился крупный астероид

В последних числах марта и в самом начале апреля земляне могли наблюдать довольно крупный и близкий астероид 2006 VV<sub>2</sub>, который пролетает мимо нашей планеты, сближаясь с ней до дистанции в 0,023 астрономической единицы (то есть до 3,4 млн км, что по космическим меркам совсем немного). Это приблизительно в девять раз дальше орбиты Луны (Луну от Земли отделяют примерно 384 тысячи километров). Никакой опасности столкновения этого астероида с Землей нет, и ничего такого даже не прогнозировалось. Наблюдения за ним ведутся с начала открытия 2006 VV<sub>2</sub> американскими астрономами из Массачусетского технологического института (MIT) 11 ноября 2006 года - в ходе реализации проекта LINEAR (Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research) -

Программы поиска и исследований околоземных астероидов в Линкольновской лаборатории.



Астероид 2006 VV<sub>2</sub> (небольшое вытянутое пятнышко в правом верхнем углу снимка), совершающий пролет по земному небу на фоне спиральной галактики M81 (в Большой Медведице). Фото Robert Long of Vado, New Mexico / via SpaceWeather.com с сайта www.msnbc.msn.com.

И этому обстоятельству можно только порадоваться: ведь, по некоторым оценкам, поперечник 2006 VV<sub>2</sub> составляет не менее двух километров. Если бы он все-таки угодил в нас, то принес разрушения в окрестностях сотен километров, изменил на ближайшие годы климат на всей планете и вообще стал бы причиной явлений, в новейшей истории ни с чем не сопоставимых. Несмотря на свою близость к Земле и порядочную величину, этот "камешек" все-таки остается достаточно тусклым, чтобы его можно было разглядеть невооруженным глазом. Зато интересные наблюдения доступны владельцам любительских телескопов, а радиоастрономы (из обсерватории в Аресибо и др.) с помощью метода радиолокации надеются изучить его структуру (по некоторым данным, 2006 VV<sub>2</sub> может оказаться состоящим сразу из нескольких объектов). Небесный пришелец пролетел по созвездиям Кассиопеи (до 22 февраля), Цефея (до 27 марта), Жирафа (28 марта), Большой Медведицы (29-30 марта), Малого Льва (30-31 марта), Льва (30 марта-1 апреля), Секстанта (1-2 апреля) и Гидры (2-3 апреля). Согласно предварительным оценкам 2006 VV<sub>2</sub> прочили на место одного из самых ярких околоземных астероидов за всю историю наблюдений. Однако, по уточненным данным, его максимальный блеск все-таки не превысил 9,7 звездной величины. Поэтому он уступил первенство другим рекордным астероидам (например, 2002 NY<sub>40</sub>, сближавшемуся с Землей в августе 2002 года (9,6<sup>m</sup>), и уж тем более Тутатису (Toutatis), в конце сентября 2004 года сближавшемуся с нашей планетой на вдвое меньшее расстояние и имевшему при этом вдвое больший размер). Так что 2006 VV<sub>2</sub> хорош прежде всего тем, что явился в хороший сезон для любительских наблюдений. В будущем нас ждут и другие, более впечатляющие сближения астероидов. Так, яркость Эроса в феврале 2012 года составит 8,5<sup>m</sup>, а "прославленный" всеми СМИ Апофис (99942 Aporhis - 2004 MN<sub>4</sub>) диаметром 320

метров и массой 100 миллионов тонн не только пройдет очень близко к Земле в 2029 году, но и получит тогда же небольшой шанс изменить свою орбиту таким образом, чтобы "шарахнуть" по нашей планете со всей дури уже в 2036 году. Некоторые астрономы в связи с этим призывают загодя к этому готовиться - разрабатывать спасательные миссии и более тщательно (с более близкого расстояния с помощью космических аппаратов) следить за Апофисом. Вообще же насчитываются сотни астероидов километровых размеров в окрестностях земной орбиты, а еще больше таких астероидов могут оставаться не обнаруженными до сих пор. И крупных астероидов, доступных наблюдениям в любительский телескоп, также немало. В ту же самую мартовскую неделю, когда ожидался приход 2006 VV<sub>2</sub>, астрономы могли наблюдать сразу несколько не менее ярких астероидов (во главе с Юноной и Вестой), однако ни один из этих крупнейших астероидов, конечно, не претендует на звание околоземного объекта (Near Earth Object - NEO).

## Китай отправит на Луну атомную "лунную фею"

В конце марта Шанхае участникам третьего китайско-британского симпозиума космических наук и технологий была показана презентация с участием прототипов китайских луноходов, которые планируется оснащать источниками атомной энергии. Один из них будет запущен в 2012 году на борту китайской автоматической станции для изучения лунной поверхности. Аппараты MP-2 и MP-3 разработаны по инициативе шанхайского управления космической промышленности.



Прототип китайского лунохода. Изображение с сайта <http://grani.ru>.

В создании своих версий луноходов участвуют также другие научные учреждения и предприятия КНР, включая Харбинский политехнический институт, Шэньянский НИИ автоматики, институт оборонной науки и техники. На презентации трехосный луноход MP-2 был продемонстрирован в действии. Аппарат весит 200 килограмм, он может передвигаться по поверхности естественного спутника Земли со скоростью до 100 метров в час и преодолевать различные препятствия. Луноход снабжен видеосистемами для передачи изображений в реальном времени и устройствами для забора и исследования лунного грунта. Ходовая часть



аппарата позволит ему подниматься по склонам, а система датчиков даст луноходу возможность избежать столкновения с препятствиями. По словам директора Шанхайского института проектирования аэрокосмических систем Ло Цзяня (Luo Jian), китайские разработчики стремятся превзойти конструкторов советских луноходов и американских марсоходов. Работа над китайским луноходом ведется уже четвертый год. Для этого в лаборатории шанхайского института создан полигон, имитирующий поверхность Луны. Сейчас китайские специалисты занимаются испытанием всех систем лунохода, которым предстоит функционировать при лунной гравитации (составляющей одну шестую от земной), сильном облучении и больших перепадах температур (от -180 до 150 градусов Цельсия). Наибольшей проблемой разработчики лунохода называют его энергетическое обеспечение во время лунной ночи, которая продолжается 14 земных суток. Поскольку солнечные батареи в это время не смогут производить электричество, в проектном институте и намереваются установить на борт аппарата атомный источник энергии. Работы над луноходом ведутся в рамках "Проекта Чан-э" (Chang'e Project), названного в честь персонажа китайской мифологии, называемого также "лунной феей" и представляемого в виде жабы со ступкой. Чан-э была женой героя Хоу И, доставшего порошок бессмертия, чтобы им с женой превратиться в богов. Однако Чан-э тайком употребила все средство в одиночку, вознеслась на небо и поселилась на Луне. Первым этапом "Проекта Чан-э" станет запуск искусственного спутника Луны, затем - в 2012 году - отправка на поверхность Луны мобильного самоходного аппарата и, наконец, после 2017 года - пилотируемая экспедиция.

## Мигранты-вампиры прикинулись юными вундеркиндами



Гигантские звезды около сверхмассивной черной дыры в центре Млечного Пути. Изображение с сайта <http://grani.ru>.

Яркие гигантские звезды, обнаруженные неожиданно близко от центральной сверхмассивной черной дыры Млечного пути, могут оказаться не юными "вундеркиндами", как полагали до сих пор, а замаскировавшимися старичками. Новую гипотезу

предложили американские астрофизики Дуглас Лин (Douglas Lin) из Калифорнийского университета в Санта-Крузе (University of California in Santa Cruz - UCSC) и Стивен Мюррей (Stephen Murray) из Ливерморской национальной лаборатории имени Лоуренса (Lawrence Livermore National Laboratory - LLNL, штат Калифорния). Несколько звездных скоплений, состоящих из, казалось бы, массивных молодых звезд, были найдены в нескольких десятках световых лет от черной дыры, расположенной в центре нашей Галактики (например, скопления Arches и Quintuplet). Странность состоит в том, что в такой близости от нашего галактического "монстра" любые газовые облака неизбежно будут разорваны на части и поглощены черной дырой прежде, чем сумеют сформировать звезды. В то же время массивные звезды, как известно, живут по космическим меркам совсем недолго и не могут пережить длительную "транспортровку" из отдаленных районов. Предложенный Лином и Мюрреем третий вариант направлен на преодоление этих противоречий. По их мнению, скопления в галактическом центре могут оказаться на самом деле старыми, но выглядеть при этом "моложаво" за счет того, что они, как вампиры, вытягивают из окружающего пространства много свежего газа. Таким образом, все звездные скопления вблизи центральной черной дыры могут быть объявлены пришельцами, мигрировавшими к галактическому центру с периферии. Сближение их с черной дырой идет по спирали. Энергия при этом теряется в основном в ходе взаимодействия с другими звездами и межзвездным газом. Большинство звезд в ходе такого путешествия, конечно, будет изгнано из состава скоплений, однако кое-что там все же останется. Получается, что "молодежь" прикидывается на самом деле "звездные трупы" - белые карлики и нейтронные звезды, которые, как известно, имеют обыкновение скапливаться в центрах массивных звездных кластеров (шаровых скоплений и карликовых галактик) и поглощать вещество из ближайших газовых облаков. "Трупы" при этом разогреваются и ярко светятся, питаемые украденным газом, словно молодые гиганты.

## На планете за пределами Солнечной системы впервые нашли воду

В атмосфере экзосолнечной планеты впервые были обнаружены следы воды. Такое сенсационное заключение сделали американские астрономы, проведившие анализ данных, полученных от космического телескопа "Хаббл" (Hubble). Предположение о том, что на экзопланетах должна присутствовать вода, ранее уже появлялись, но доказать это не представлялось возможным. Масса планеты, обозначаемой как HD 209458b, составляет приблизительно 70% от массы Юпитера - в 220 раз больше массы Земли. К тому же она расположена слишком близко к своей материнской звезде (радиус ее орбиты в 9 раз меньше орбиты Меркурия - самой

ближайшей к Солнцу планеты Солнечной системы), это так называемый "горячий Юпитер" ("hot Jupiter").



Внесолнечная планета в представлении художника. Изображение с сайта <http://grani.ru>.

Поэтому маловероятно, что там (при температурах около 1000 градусов Цельсия) могут существовать известные нам формы жизни. Ее родительская звезда похожа на наше Солнце и находится в 150 световых годах от Земли (можно рассмотреть в бинокль как объект седьмой звездной величины в созвездии Пегаса). Ценной особенностью HD 209458b считается то, что она входит в небольшое число экзопланет, периодически проходящих по диску своей звезды с точки зрения земного наблюдателя. Это так называемые "транзитные" планеты, теперь известно 14 таких систем. Тем самым можно получить информацию о ее диаметре (он оказался приблизительно на 30% больше, чем у Юпитера) и другие важные данные.

Воду нашел Трэвис Бармен (Travis Barman) из Обсерватории имени Лоуэлла (Lowell Observatory, г.Флагстафф, штат Аризона), который проводил компьютерный анализ данных с "Хаббла", полученных в то время, когда планета частично затмевала свою звезду. "Хаббл" смог уловить ту часть световых лучей от звезды-хозяйки, что проходит через внешние слои атмосферы планеты. Химический состав атмосферы можно восстановить за счет того, что на некоторых длинах волн она более прозрачна, чем на других. Для всего этого пришлось строить специальные компьютерные модели. В феврале этого года исследователи из Лаборатории реактивного движения NASA (Jet Propulsion Laboratory - JPL), использующие данные космического телескопа "Спитцер" (Spitzer), уже пытались найти следы водяных паров в атмосфере этой экзопланеты (также исследуя спектральный состав звездного света, прошедшего сквозь атмосферу планеты, только в другом диапазоне), однако потерпели неудачу. Возможно, сигналы,

свидетельствующие о наличии воды, не смогли пробиться сквозь завесу пыли.

## Супермассивная черная дыра в центре Млечного Пути является естественным акселератором космических частиц



Черная дыра в центре Млечного Пути. Рисунок художника. Изображение ESA с сайта <http://www.universetoday.com>.

Центр Млечного Пути затмевается газом и пылью, но Вы можете увидеть, что там находится, используя приемники излучения, работающие на других длинах волн, отличных от видимого диапазона. Много подробностей позволяют увидеть инфракрасные лучи, но и в гамма-диапазоне наблюдаются интересные объекты. Любопытно, что гамма-лучи исходят точно из центра Нашей Галактики. Причиной этого излучения астрономы считают черную дыру, исполняющую функции гигантского акселератора космических частиц. Астрономы из университета Аризоны, Национальной Лаборатории Лос Аламос и университета Аделаиды (Австралия) предполагают, что им понятен механизм такого ускорителя. Мощное магнитное поле вокруг черной дыры ускоряет протоны, заставляя их сталкиваться друг с другом. Эти столкновения создают поток частиц, перемещающихся почти со скоростью света, а также гамма-лучи, которые мы и наблюдаем с Земли. Ученые рассчитали магнитные силы, требующиеся для того, чтобы наделять частицы такими огромными скоростями. Астрономы также разработали моделирование, которое описывает взаимодействие быстрых частиц с веществом, окружающим супермассивную черную дыру. Расчеты показывают, что наша черная дыра сравнительно тихая и спокойная, хотя активно поглощает окружающее ее вещество. Хотя сама черная дыра невидима ни для каких приемников излучения, поглощаемое гигантским коллапсаром вещество скапливается вокруг, разогревается и излучает в пространство. Это выдает присутствие сверхмассивного объекта и позволяет видеть его окрестности. Изучение близких к черной дыре областей преподносит новые вопросы о свойствах среды вокруг нее. По теории черную дыру в центре галактики окружает тор (бублик) газа. Этот тор должен блокировать часть излучения для



наблюдателей с Земли в зависимости от своей ориентации. Значит, окрестности некоторых черных дыр можно увидеть полностью, другие частично скрытыми и, наконец, полностью скрытыми.

### Радиоактивность может объяснить существование гейзеров на Энцеладе.



Энцелад хранит свои тайны. Изображение NASA/JPL/SSI с сайта <http://www.universetoday.com>.

Исследовательский аппарат «Кассини» (Cassini) за несколько лет изучения системы Сатурна сделал множество впечатляющих открытий. Одним из наиболее интригующих является открытие гейзеров, извергающих водяной лед в космическое пространство, на спутнике Сатурна Энцеладе (Enceladus). Некоторые планетологи выдвигают теорию, что здесь имеются «карманы» жидкой воды, которые находятся около поверхности Энцелада, и самое значимое, что такие «карманы» могут быть пристанищем для микроорганизмов. Это значит, что жизнь можно искать не только на спутнике Юпитера – Европе, но и на Энцеладе. Но откуда берется тепло для поддержания воды в жидком состоянии, и откуда берется энергия для столь мощных выбросов? Наиболее вероятным объяснением является быстрый распад радиоактивных элементов. Именно это может сохранять луну Сатурна более горячей, чем должно быть при нормальных условиях. Вырабатываемое тепло выходит через трещины на поверхности Энцелада, а поскольку существование льда на спутнике доказано, то все сходится к тому, что здесь бьют не только гейзеры из ледяной крошки, но водяные гейзеры. Ранее Энцелад обладал внушительным количеством изотопов алюминия и железа. В течение нескольких миллионов лет радиоактивный распад этих элементов произвел большое количество теплоты, создав твердое ядро, окруженное оболочкой из воды и льда. Затем в течение миллиардов лет луна медленно охлаждалась, позволяя вырваться наружу самым большим в Солнечной системе гейзерам. Эта теория сочетается с наличием некоторых элементов, обнаруженных в гейзерах. Это, например, газообразный азот, метан, углекислый газ, пропан и

ацетилен. Они могли возникнуть в результате реакций в глубине Энцелада, где соприкасаются теплое ядро и вода.

### Обнаружено новое шаровое скопление

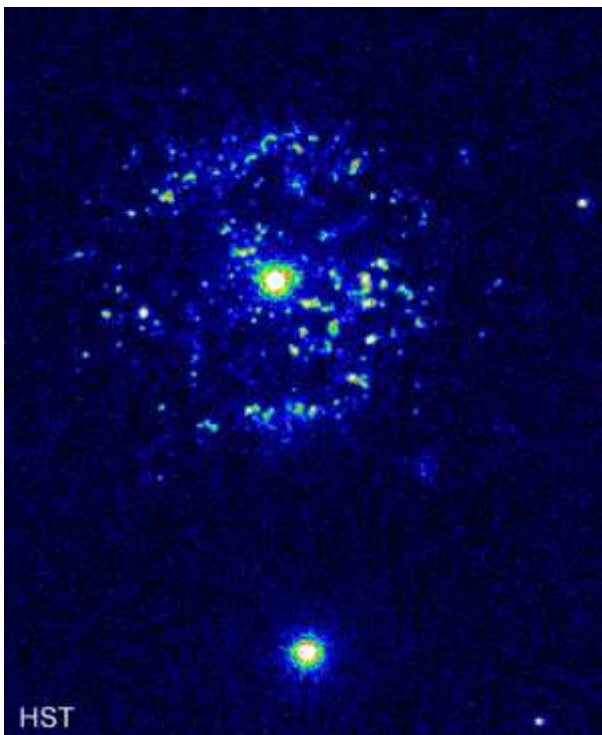


Шаровое скопление FSR1735. Изображение ESO с сайта <http://www.universetoday.com>.

Шаровые звездные скопления - гигантские группы звезд, сформированных в одно время и сдерживаемых вместе взаимной гравитацией. Это почти самые старые объекты во Вселенной. Возраст некоторых «шаровиков» составляет более 10 миллиардов лет. В Млечном Пути астрономами обнаружено более 150 шаровых скоплений. Теперь к их списку можно добавить еще одно. Новое шаровое скопление, получившее обозначение FSR1735, расположено на расстоянии 30 000 световых лет от Солнца во внутренней, окутанной межзвездной пылью, части Млечного Пути. Всего 10 000 лет идет свет от центра Млечного Пути до скопления, и ядро Нашей Галактики видно с FSR1735 более отчетливо, чем с Земли. В видимом диапазоне скопление практически невозможно обнаружить ни наземными ни космическими телескопами, но в инфракрасной области его достаточно легко увидеть даже при помощи телескопов, установленных на земной поверхности. На телескопе Европейской Южной Обсерватории New Technology Telescope, оснащенном самым современным оборудованием, в инфракрасном диапазоне был получен лучший снимок этого небесного объекта. Загораживающая скопление межзвездная пыль оказалась прозрачной для приемников инфракрасного излучения. Новое шаровое скопление обладает хорошей плотностью и небольшими размерами. Его поперечник составляет всего 7 световых лет. Это лишь в два раза превышает расстояние от Солнца до ближайшей звезды - Proxima Centauri (Проксима Центавра). Но в сфере с этим диаметром содержится более 100 000 звезд вместо двух-трех, которые мы можем видеть в таком же объеме вне скоплений.

Подборка новостей осуществлена по переводам **Козловского Александра** с <http://www.universetoday.com> и материалам с сайта <http://grani.ru> (с любезного разрешения <http://grani.ru> и автора новостей **Максима Борисова**)

# Откуда астрономы это знают?



На этом снимке показана оболочка, сброшенная во время вспышки повторной новой Т Компаса (Т Рухидис). Яркая точка в центре оболочки — двойная звезда, состоящая из обычной звезды и звездного остатка (белого карлика). Вещество звезды перетекает на белый карлик, постепенно накапливаясь на его поверхности. Когда масса накопленного вещества превышает некий критический предел, в системе происходит взрыв. По каким-то причинам (возможно, в результате взаимодействия с остатками предыдущих взрывов) сброшенная оболочка распадается на тысячи крохотных светящихся узелков. Наблюдая за ними на протяжении нескольких лет, помимо спектроскопического исследования, можно непосредственно видеть, как эти узелки разлетаются прочь от системы. © Shara, Williams, Gilmozzi, and NASA. Изображение с сайта [hubblesite.org](http://hubblesite.org).

*Но есть такие люди — они прекрасно слышат,  
Как звезда с звездой говорит.* Ю. Ким

Вид ночного неба, усыпанного звездами, с давних пор вселяет в душу человека благоговение и восторг. Потому даже при некотором снижении общего интереса к науке астрономические новости иногда просачиваются в средства массовой информации, чтобы встряхнуть воображение читателя (или слушателя) сообщением о таинственном квазаре на самой окраине Вселенной, о взорвавшейся звезде или о черной дыре, затаившейся в недрах далекой галактики. Вполне естественно, что рано или поздно у заинтересованного человека возникает законный вопрос: «Да полно, уж не водят ли они меня за нос?» Действительно, по астрономии написано множество книг, снимаются научно-популярные фильмы, проводятся конференции, постоянно растут тиражи и объемы профессиональных астрономических журналов, и всё это — продукт простого разглядывания неба? Возьмем, к примеру, физику, химию или биологию. Там всё понятно. Предмет исследования этих наук можно «потрогать» — если не непосредственно подержать в руках, то, по крайней мере, подвергнуть всестороннему исследованию в экспериментальных установках. Но как могут астрономы с такой же уверенностью утверждать, например: «В двойной системе, удаленной от нас на 6 тыс. световых лет, вещество срывается с красной звезды, закручивается в тонкий диск и накапливается на поверхности белого карлика», предъявляя в качестве доказательства снимок, на котором не видны ни красная звезда, ни карлик, ни тем

более диск, а наличествует лишь яркая точка в окружении еще нескольких таких же, разве что не столь ярких? Эта уверенность — не следствие завышенной самооценки. Она проистекает из умения связать мириады разрозненных наблюдательных фактов в единую, взаимосвязанную, внутренне непротиворечивую картину Мироздания, при этом успешно предсказывая открытие новых явлений. Основу основ наших познаний о Вселенной составляет убежденность в том, что вся она (или, по крайней мере, вся ее видимая часть) управляется теми же физическими законами, что открыты нами на Земле. Это представление возникло не на пустом месте. Нельзя даже сказать, что физические законы сначала открывались на Земле, а потом находили подтверждение в Космосе. Физики никогда не рассматривали нашу планету в отрыве от остальной Вселенной. Закон всемирного тяготения был выведен Ньютоном по наблюдениям Луны, а первым его «триумфом» стал расчет орбиты кометы Галлея. Гелий был обнаружен сначала на Солнце и лишь потом на Земле.

## От радиоволн до гамма-лучей

Представление о единстве физических законов позволяет сделать очень важное допущение. Пусть мы не можем, например, проникнуть в недра звезды или в ядро галактики, чтобы непосредственно увидеть происходящие там процессы. Но мы можем *логически вывести* эти процессы, наблюдая производимый ими результат. Результатом этим в подавляющем большинстве случаев оказывается свет, точнее электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот, которое мы непосредственно и регистрируем. Всё остальное — помимо излучения — представляет собою продукт теоретической интерпретации наблюдений, суть которой заключена для астрономов в простой формуле «O – C», то есть «наблюдаемое» (observed) минус «вычисленное» (computed). Чтобы понять природу какого-либо объекта, нужно построить его *модель*, то есть физико-математическое описание происходящих в нём процессов, а затем с помощью этой модели вычислить, какое излучение должно рождаться в этом объекте. Дальше остается сравнить предсказания модели с результатами наблюдений и, если сравнение оказалось не вполне убедительным, то либо изменить параметры имеющейся модели, либо придумать новую, более удачную.



Звездное поле в созвездии Кита (Cetus), по площади примерно равное полной Луне. Может показаться, что все звёзды на нём одинаково белые. Однако если приглядеться, видно, что среди них есть и голубые, и желтые, и красноватые светила. © Роберт Гендлер. Фото с сайта <http://www.astronet.ru/db/msg/1218675>. (Более подробно разглядеть этот снимок можно на сайте <http://www.robgendlerastropics.com/M77MosaicNM.html>).

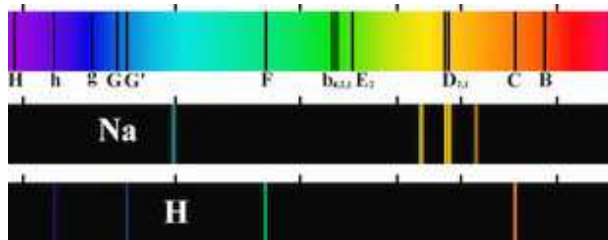
Сравнивать есть с чем, ибо свет несет в себе колоссальный объем информации. Даже беглого взгляда на звезды достаточно, чтобы заметить — они различаются по цвету. Это уже очень важная информация, так как цвет зависит от температуры. Иными словами, просто посмотрев на звезды невооруженным взглядом и предположив, что на них действуют известные нам законы излучения (скажем, закон смещения Вина), мы уже можем сказать, что поверхности звезд имеют различную температуру — от двух-трех тысяч градусов (красные звезды) до десятков тысяч градусов (белые и голубые звезды).

### Цвет и температура

Самым простым видом излучения является тепловое — то есть излучение, связанное с температурой тела. Тепловое излучение греет замерзшие ладони усталого путника, разведшего на обочине дороги небольшой костерок; тепловым излучением освещают наши жилища лампочки накаливания; именно тепловое излучение миллиарды лет несет на Землю солнечную энергию. Формально нагретое тело излучает во всём диапазоне длин волн (или частот), но есть определенная длина волны, на которую приходится максимум излучаемой энергии. Для источника излучения с максимально простыми свойствами, который в физике называется абсолютно черным телом, эта длина волны обратно пропорциональна температуре:  $\lambda = 0,29 / T$ , где длина волны выражена в сантиметрах, а температура — в Кельвинах. Это соотношение называют законом смещения Вина. Зрительно именно эта длина волны (разумеется, в сочетании с кривой спектральной чувствительности глаза) определяет видимый цвет нагретого тела. В спектрах звезд распределение энергии излучения по длинам волн несколько отличается от «чернотельного», однако связь между «цветом» и температурой сохраняется. Слово «цвет» здесь взято в кавычки, поскольку вместо субъективного описания (красный, желтый, голубой и пр.) в астрономии используются менее живописные, но куда более четкие численные характеристики — так называемые показатели цвета.

Конечно, в реальности всё сложнее, поскольку излучение тела не всегда связано с тем, что оно имеет определенную температуру. Иными словами, оно может иметь и нетепловую природу, как, например, синхротронное или мазерное. Однако это можно легко установить, определив не только «цвет», то есть частоту, на которую приходится максимум излучения, но и всю форму спектра, то есть распределение излучаемой энергии по частотам. Современная аппаратура позволяет регистрировать излучение в огромном частотном диапазоне — от гамма- до радиоволн. Хотя общая форма спектра звезды или другого объекта уже говорит о многом (например, о природе излучения — тепловое оно или нет, и если тепловое, то какой температуре соответствует), в спектре есть и значительно более емкий носитель информации — линии. При определенных условиях вещество излучает (если оно излучает само) или поглощает (если его освещает другой источник) свет лишь на определенных частотах. Конкретный набор частот зависит от индивидуального распределения энергетических уровней атомов, ионов или молекул вещества, а это означает, что по наличию той или иной спектральной линии можно сделать вывод, что в излучающем или поглощающем веществе присутствуют эти атомы и молекулы. По интенсивности линии, по ее форме, поляризации, а также по отношению интенсивностей разных линий одного и того же атома или молекулы можно определить содержание данного элемента в атмосфере звезды, степень ионизации, плотность вещества, его температуру, напряженность магнитного поля, ускорение силы тяжести... Если вещество движется, его спектр (а значит, и линии) сдвигается как целое из-за эффекта Доплера: в синюю сторону спектра — если вещество приближается к нам, в красную — если вещество удаляется. Это означает, что по смещению линий

относительно «лабораторного положения» мы можем делать выводы, например, о движении как звезды в целом, если смещается весь спектр, так и отдельных слоев ее атмосферы, если линии, образующиеся на различных глубинах, смещаются по-разному.



Первую карту солнечного спектра построил в начале XIX века знаменитый оптик Йозеф Фраунгофер. Наиболее заметным темным линиям в спектре Солнца он присвоил буквенные обозначения, некоторые из которых применяются астрономами до сих пор (верхний рисунок). Во второй половине XIX века выяснилось, что положение линий поглощения (темных) в спектре Солнца совпадает с положением линий излучения (светлых) в лабораторных спектрах различных химических элементов. Из сравнения приведенных здесь спектров видно, что фраунгоферовы линии h, G', F и C принадлежат водороду, а двойная линия D — натрию. Рис. с сайта optics.ifmo.ru.

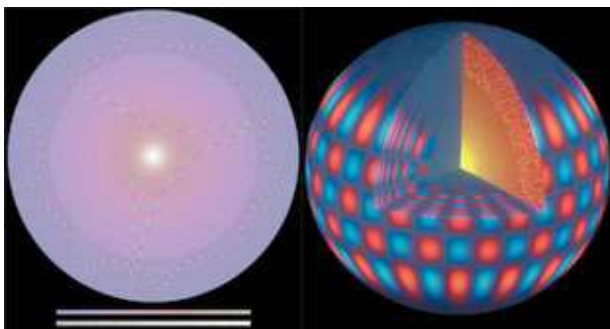
В спектре звезды, подобной Солнцу, количество спектральных линий (в данном случае, линий поглощения) измеряется многими тысячами, поэтому можно без преувеличения сказать, что о звездных атмосферах (где находится вещество, которое проявляет себя в виде линий) мы знаем почти всё. Почти — потому что сама теория образования спектров не идеальна, хотя и продолжает непрерывно совершенствоваться. В любом случае, излучение звезд несет в себе огромное количество информации, которую нужно только уметь расшифровать. Недаром в популярных текстах спектры любят сравнивать с отпечатками пальцев.

### Гори, гори, моя звезда

Но атмосфера — лишь небольшая доля вещества звезды. Что мы можем сказать о ее недрах? Ведь заглянуть туда можно только теоретически — вооружившись физическими законами. (Впрочем, сейчас астрономы активно осваивают методы сейсмологии, по «дрожанию» спектральных линий изучая особенности распространения звуковых волн в недрах звезд и так восстанавливая их внутреннее строение.) Зная температуру и плотность на поверхности звезды (например, Солнца), а также предположив, что ее собственная гравитация уравновешивается тепловым и световым давлением (иначе бы звезда расширилась или сжималась), можно просчитать изменение температуры и плотности с глубиной, добравшись до самого центра светила, и заодно попытаться ответить на вопрос, что именно заставляет Солнце и другие звезды светиться. Изучение истории Земли показало, что энерговыделение Солнца на протяжении нескольких миллиардов лет оставалось почти неизменным. Это означает, что предполагаемый источник солнечной (звездной) энергии должен быть очень «долгоиграющим». В настоящее время известен только один подходящий вариант — это цепочка термоядерных реакций, начинающаяся реакцией превращения водорода в гелий. Предположив, что именно она составляет основу звездной энергетики, можно построить теоретические модели эволюции звезд различных масс — эволюционные треки, которые позволяют описать изменение внешних параметров звезды (ее светимости и поверхностной температуры) в зависимости от процессов, происходящих в ее недрах. Конечно, мы лишены возможности наблюдать за звездой на протяжении всей ее жизни. Зато в звездных скоплениях мы



можем наблюдать, как выглядят звёзды различных масс, но примерно одного возраста.



Конвективные движения в приповерхностных областях Солнца генерируют звуковые волны, которые уходят вглубь звезды, пронзают ее насквозь, отражаются от поверхности и снова погружаются в недра (см. рисунок слева). Этот процесс повторяется многократно, в результате чего каждый участок солнечной поверхности словно «дышит», или вибрирует. На рисунке справа показан один из режимов сейсмологических колебаний поверхности Солнца (синие участки поднимаются, красные — опускаются). По данным измерений с борта космической солнечной обсерватории SOHO частота колебаний в этом режиме примерно равна 3 миллигерцам. © GONG (Global Oscillation Network Group). Изображения с сайта gong.nso.edu.

### Расстояния и возрасты

Определение расстояний в астрономии — это, как правило, многоступенчатая процедура, поэтому систему астрономических «эталонов длины» иногда образно называют «лестницей расстояний». В ее основе лежат определения расстояний в Солнечной системе, точность которых благодаря радиолокационным методам в ряде случаев достигла уже миллиметровых значений. Из этих измерений выводится величина главного астрономического эталона длины, который без особых изысков так и называется — «астрономическая единица». Одна астрономическая единица представляет собою среднее расстояние от Земли до Солнца и равна примерно 149,6 млн. км. Следующая ступенька «лестницы расстояний» — метод тригонометрических параллаксов. Орбитальное движение Земли приводит к тому, что в течение года мы оказываемся то по одну сторону Солнца, то по другую и в результате смотрим на звезды под немного разными углами. На земном небосводе это выглядит как колебания звезды вокруг некоторого среднего положения — так называемый годичный параллакс. Чем дальше звезда, тем меньше размах этих колебаний. Определив, насколько сильно меняется видимое положение звезды из-за годичного движения, можно определить расстояние до нее с помощью обычных геометрических формул. Иными словами, расстояние, определенное по параллаксу, не отягощено никакими дополнительными предположениями, а его точность ограничена только точностью измерения параллактического угла. С методом параллаксов связана еще одна единица измерения астрономических расстояний: парсек. Один парсек — это расстояние, с которого радиус земной орбиты виден под углом в одну секунду. Беда в том, что даже для ближайших звезд параллактический угол очень мал. Например, для  $\alpha$  Центавра он равен всего лишь трем четвертям угловой секунды. Поэтому с помощью даже самых современных угловых инструментов удается определить расстояния до звезд, удаленных от нас не более чем на несколько сотен парсек. Для сравнения, расстояние до центра Галактики равно 8–10 тыс. парсек. На следующей ступеньке лестницы находятся «фотометрические» расстояния, то есть расстояния, основанные на измерении количества света, поступающего от источника излучения. Чем дальше от

нас он находится, тем тусклее становится. Поэтому, если нам каким-то образом удастся определить его истинную яркость, то мы, сравнив ее с видимой яркостью, оценим расстояние до объекта. На относительно небольших расстояниях вне конкуренции с начала XX века остаются цефеиды — особый род переменных звезд, у которых истинная яркость связана простым соотношением с их периодом. На более значительных расстояниях в качестве «стандартных свечей» применяются сверхновые типа Ia. Наблюдения свидетельствуют, что в максимуме блеска их истинная яркость всегда примерно одна и та же. Наконец, на самых больших удалениях единственным указанием на расстояние до объекта служит пока закон Хаббла — обнаруженная американским астрономом прямая пропорциональность между расстоянием и смещением линий в красную область спектра. Важно отметить, что вне Солнечной системы единственным прямым методом определения расстояний является метод параллаксов. Все остальные методы в той или иной степени опираются на различные предположения. С возрастными ситуациями гораздо менее определенная. Настолько менее, что не всегда бывает понятно даже, что именно называть возрастом. В пределах Солнечной системы помимо обычных геологических методов для оценки возраста поверхностей небесных тел используется, например, степень их покрытия метеоритными кратерами (при условии, что известна средняя частота падения метеоритов). Цвет поверхности астероидов постепенно меняется под воздействием космических лучей (это явление называется «космической эрозией»), поэтому ее возраст можно примерно оценить по цвету. Возраст остывающих космических объектов, лишенных источников энергии, — коричневых и белых карликов — оценивают по их температуре. Оценки возрастов пульсаров опираются на скорости замедления их периодов. Примерно определить возраст разлетающейся оболочки сверхновой можно, если удастся измерить ее размер и скорость расширения. С возрастными звездами дело обстоит лучше. Правда, большую часть времени своей жизни звезда проводит на стадии центрального горения водорода, когда внешне с ней происходит очень мало изменений. Поэтому, глядя, например, на звезду, подобную Солнцу, трудно сказать, образовалась она 1 млрд лет назад или 5 млрд лет назад. Ситуация упрощается, если нам удастся наблюдать группу звезд примерно одного возраста, но различных масс. Такую возможность нам предоставляют звездные скопления. (Звезды в них, конечно, образуются не совсем одновременно, но в большинстве случаев разброс возрастов отдельных звезд меньше среднего возраста скопления.) Теория звездной эволюции предсказывает, что звезды различных масс эволюционируют по-разному — чем массивнее звезда, тем быстрее она заканчивает свой «звездный путь». Поэтому чем старше скопление, тем ниже опускается планка максимальной массы населяющих его звезд. Например, в очень молодом звездном скоплении Arches (Арки), расположенном вблизи центра Галактики, есть звезды с массой в десятки солнечных масс. Такие звезды живут не более нескольких миллионов лет, стало быть, именно таков максимальный возраст этого скопления. А вот в шаровых скоплениях наиболее тяжелые звезды имеют массу не более 2 масс Солнца. Это говорит о том, что возрасты шаровых скоплений измеряются миллиардами лет.

Теоретические модели звездной эволюции предсказывают, что звезды разных масс выстраивают свою жизнь по-разному: массивные звезды быстро сжигают отведенные им большие запасы топлива, живя ярко, но недолго. Звезды малых масс, напротив, расходуют себя очень экономно, растягивая свое скромное количество водорода на миллиарды лет. Иными словами, теория предсказывает, что чем старше звездное скопление, тем меньше будет в нём массивных звезд. Именно такую картину дают нам наблюдения. В молодых звездных скоплениях (с возрастными порядками нескольких миллионов лет) попадаются иногда звезды с массами в несколько десятков

масс Солнца; в скоплениях среднего возраста (десяtkи и сотни миллионов лет) верхняя граница масс звезд опускается до десятка масс Солнца; наконец, в самых старых скоплениях мы практически не видим звезд массивнее Солнца. Конечно, на это можно возразить, что мы используем для подтверждения теории звездной эволюции возрасты звездных скоплений, определенные с помощью этой самой теории. Но правильность определения возрастов скоплений подтверждается и другими фактами. Например, скопления, которые с точки зрения теории звездной эволюции кажутся самыми молодыми, практически всегда окружены остатками молекулярного облака, из которого они образовались. Самые же старые скопления — шаровые — стары не только с точки зрения теории звездной эволюции, они еще и очень бедны тяжелыми элементами (по сравнению с тем же Солнцем), что вполне согласуется с их почтенным возрастом. В ту далекую эпоху, когда они родились, тяжелые элементы в Галактике еще не успели синтезироваться в больших количествах.



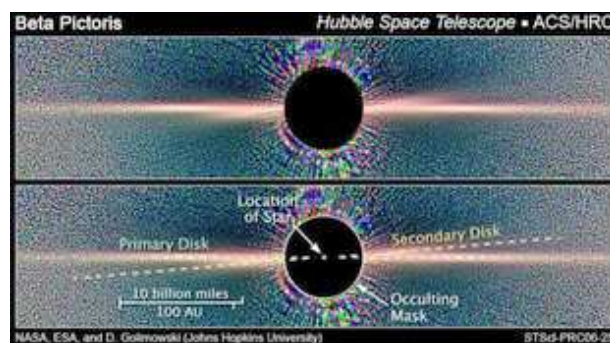
Звездные скопления, населяющие галактический диск, астрономы называют рассеянными. Входящие в них звезды (как правило, не более нескольких сотен) довольно сильно разбросаны в пространстве, так что иногда бывает даже трудно отличить реальное скопление от случайного группирования звезд на небосводе. Эти скопления в большинстве своем очень молоды. Иногда в них еще можно наблюдать остатки вещества, из которого сформировались звезды скопления. *На снимке слева* показано одно из известнейших рассеянных скоплений — NGC 346 в спутнике нашей Галактики Малом Магеллановом облаке (удаленном от нас на 210 000 световых лет) в созвездии Тукана (Tucana). Снимок получен при помощи Космического телескопа им. Хаббла в июле 2004 года (© NASA, ESA, and A.Nota, STScI/ESA). *Справа* мы видим совсем иное звездное семейство — шаровое скопление M15 в созвездии Пегаса (Pegasus) в 40 000 световых лет от Земли (© NASA and STScI/AURA). Звезды шаровых скоплений очень стары (см. врезку «Расстояния и возрасты») и маломассивны, зато их очень много. Если типичное рассеянное скопление включает в себя сотни звезд, то в шаровом их счет может идти на миллионы — и это при сопоставимых размерах! Ареал обитания шаровых скоплений не ограничен диском — они образуют вокруг нашей Галактики своеобразное сферически-симметричное облако радиусом в десятки тысяч парсеков. (Изображения с сайта [hubblesite.org](http://hubblesite.org)).

Правда, синтез тяжелых элементов — это тоже предсказание теории звездной эволюции! Но и оно подтверждается независимыми наблюдениями: с помощью спектроскопии мы накопили множество данных о химическом составе звезд, и теория звездной эволюции прекрасно объясняет эти данные не только с позиции содержания конкретных элементов, но и с позиции их изотопного состава. В общем и целом можно, наверное, закончить разговор о теории звездной эволюции так. В ней вряд ли можно найти какое-то одно конкретное предсказание, которое подтверждало бы какой-то один аспект теории. Скорее, мы имеем в своем распоряжении сложную теоретическую картину жизни звезд различных

масс и химического состава, начиная от ранних эволюционных стадий, когда термоядерные реакции в звезде только загорелись, до последних этапов эволюции, когда массивные звезды взрываются как сверхновые, а маломассивные сбрасывают оболочки, оголяя компактные горячие ядра. Она позволила сделать неисчислимые теоретические предсказания, которые находят в прекрасном согласии с весьма сложной наблюдательной картиной, заключающей в себе данные о температурах, массах, светимостях, химическом составе, пространственном распределении миллиардов звезд самых различных типов — от ярких голубых гигантов до белых карликов.

## Рождение звезд и планет

Теория звездной эволюции достигла таких впечатляющих высот не без причины. Звезды яркие, компакты, многочисленны, поэтому их легко наблюдать. К сожалению, далеко не во всем Вселенная делится информацией столь же охотно. Картина Мироздания становится существенно более расплывчатой и фрагментарной, когда мы переходим, например, от звезд к межзвездной среде — газу и пыли, заполняющим большую часть пространства в дисковых галактиках, подобных Млечному Пути. Излучение межзвездного вещества очень слабо, потому что вещество это либо очень разрежено, либо очень холодно. Наблюдать его гораздо сложнее, чем излучение звезд, но, тем не менее, оно тоже очень информативно. Просто инструменты, позволяющие в деталях исследовать межзвездную среду, появились в распоряжении астрономов лишь недавно, буквально в последние 10-20 лет, поэтому неудивительно, что в этой области остается пока много «белых пятен». Одно из самых значительных «пятен» связано, как ни странно, тоже со звездами — мы до сих пор толком не знаем, откуда они берутся. Точнее сказать, у нас есть общее представление о звездообразовании, но далеко не такое ясное, как о последующей эволюции звезд. Можно с уверенностью говорить о том, что звезды образуются в молекулярных облаках в результате сжатия газо-пылевых конденсаций.



Этот снимок диска у молодой звезды  $\beta$  Живописца ( $\beta$  Pictoris) получен при помощи Космического телескопа им. Хаббла в 2003 году. На нём видно, что помимо основного диска в системе есть и вторичный, наклоненный относительно основного на 4–5°. Астрономы считают этот вторичный диск косвенным свидетельством в пользу того, что в системе  $\beta$  Живописца есть планета, тяготение которой нарушило нормальное течение вещества в основном диске и привело к его «раздвоению». © NASA, ESA, ACS Science Team, D.Golimowski (Johns Hopkins University), D.Ardila (IPAC), J.Krist (JPL), M.Clampin (GSFC), H.Ford (JHU), and G. Illingworth (UCO/Lick).

Из наблюдений мы знаем, что, во-первых, молодые звезды всегда находятся в молекулярном газе, а во-вторых, рядом с уже «готовыми» молодыми звездами в молекулярных облаках наблюдаются и так называемые *дозвездные ядра* — плотные газо-пылевые сгустки, спектры которых явно указывают на то, что эти сгустки сжимаются. Однако мы не можем пока сказать, как появляются эти сгустки и



почему они начинают сжиматься. Точнее, есть две основные версии звездообразования. Согласно одной из них, молекулярные облака удерживаются от сжатия магнитным полем (магнитное поле в молекулярных облаках действительно имеется), а дозвездные ядра появляются там, где поддержка магнитного поля по каким-то причинам ослабевает. Согласно другой версии, движущей силой звездообразования является наблюдаемая в облаках турбулентность: дозвездные ядра образуются там, где случайно сталкиваются хаотические потоки вещества. Однако объем наблюдательных данных пока слишком мал, чтобы можно было с уверенностью отдать предпочтение одному из этих механизмов (или предложить третий, четвертый...). Немногим лучше обстоят дела с теорией образования планет: по современному представлению, они образуются в газо-пылевых дисках у молодых звезд. Опять же, напрямую образование планет в них никто не видел, но сами эти диски наблюдаются во множестве. Благодаря этому получены косвенные свидетельства того, что пылинки в молодых дисках на определенном эволюционном этапе начинают слипаться, постепенно увеличиваясь в размерах, — на этой стадии у дисков меняется форма спектра в инфракрасном диапазоне. В некоторых «протопланетных» дисках обнаружены аномальные структурные детали — изгибы и «дырки», — которые *могут быть* вызваны тяготением уже образовавшихся в них планет.

### Иные миры и края

Одна из самых горячих астрономических тем сегодня — внесолнечные планеты, первая из которых была открыта в 1995 году. Основной метод их обнаружения — метод лучевых скоростей — основан на эффекте Доплера: планета своим тяготением заставляет звезду описывать небольшой эллипс вокруг центра масс системы.



В подавляющем большинстве случаев доказательством существования планеты являются только регулярные колебания лучевой скорости «родительской» звезды. В нескольких случаях к ним добавляются регулярные и синхронизованные с колебаниями лучевой скорости падения яркости звезды — затмения. Лишь в паре неподтвержденных случаев планету удалось наблюдать в виде светящейся точки рядом со звездой. Поэтому имейте в виду — если в астрономической новости вам попалось красочное изображение планеты у другой звезды, это всегда фантазия художника... (На рис. изображен газовый гигант (*большой голубой верху картинка*), вращающийся вокруг белого карлика и миллисекундного пульсара B1620-26 (*две яркие точки внизу картинка*) в шаровом скоплении M4. Астрономы предполагают, что это планета, поскольку ее масса слишком мала для звезды или коричневого карлика.) Graphic: NASA and G. Bacon (STScI).

Если орбита планеты не строго перпендикулярна лучу зрения, половину ее периода звезда приближается к наблюдателю, половину периода — удаляется от него.

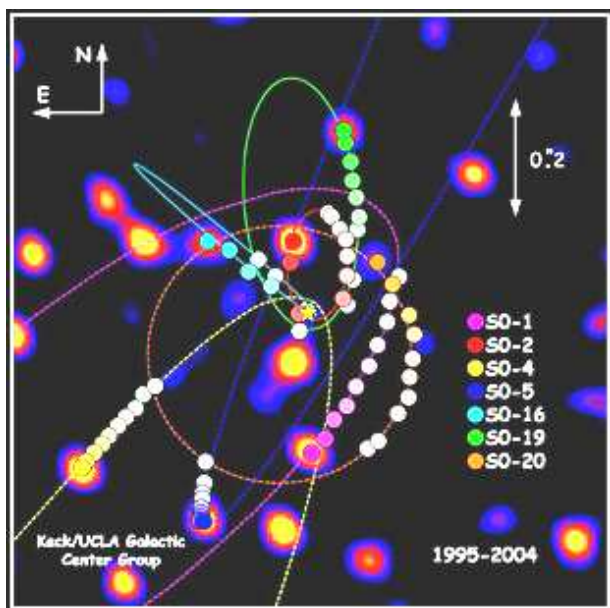
В результате линии в спектре звезды немного «съезжают» то вправо, то влево от среднего положения. Строго говоря, такие колебания говорят о наличии спутника, но не позволяют уверенно утверждать, что это именно планета, а не коричневый карлик или очень маломассивная звезда (если бы это была «нормальная» звезда, ее просто было бы видно). Над подобными наблюдениями тяготеет «проклятие синуса  $i$ », где  $i$  — угол между плоскостью орбиты планеты и плоскостью небосвода. По размаху колебаний спектральных линий определяется не масса, а ее произведение на  $\sin i$ . Смысл этого умножения прост: если орбита лежит точно в плоскости небосвода, никаких колебаний в спектре мы не увидим, даже если спутник звезды очень массивен. Поэтому в адрес метода лучевых скоростей до сих пор высказываются сомнения. Во-первых, обнаруженное с его помощью тело может и не быть планетой, во-вторых, колебания лучевых скоростей, вообще говоря, могут быть связаны и с движениями в атмосфере звезды... Другое дело, если плоскость орбиты планеты почти перпендикулярна плоскости небосвода, то есть почти параллельна лучу зрения. В этом случае мы можем рассчитывать увидеть затмения звезды планетой. И, начиная с 1999 года, такие затмения действительно наблюдаются! Пока, правда, известно лишь несколько примеров внесолнечных планет, параметры которых удалось одновременно определить и по затмениям, и по методу лучевых скоростей. Затмения в этих системах происходят именно тогда, когда их предсказывает метод лучевых скоростей, вселяя надежду на то, что в большинстве случаев «планетные» колебания линий в спектрах звезд действительно связаны с планетами. Кстати, поскольку в такой затмительной системе угол  $i$  примерно равен  $90^\circ$ , а  $\sin i$ , соответственно, близок к единице, то определенная по методу лучевых скоростей минимальная масса планеты близка к ее истинной массе. Поэтому в данном случае можно уверенно отличить планету от коричневого карлика.

### Увидеть невидимое

Говоря о невидимом, нельзя, конечно, не сказать о наиболее интригующих астрономических объектах. Понятие о черных дырах — объектах с настолько мощной гравитацией, что оторваться от них не может даже свет, — появилось в науке еще в XVIII веке благодаря англичанину Джону Мичеллу и французу Пьеру Лапласу. В начале XX века немецкий ученый Карл Шварцшильд придал этой идее математическую обоснованность, выведя черные дыры как следствие из общей теории относительности. Иными словами, черные дыры были предсказаны теоретически задолго до того, как можно было помыслить о том, чтобы найти свидетельства их реального существования в природе. Да и как можно говорить об открытии объектов, увидеть которые невозможно не просто из-за временного несовершенства аппаратуры, а по определению? Вполне естественно, что основным аргументом в пользу того, чтобы назвать некий массивный объект черной дырой, стала его невидимость. Первым кандидатом в черные дыры в начале 1970-х годов оказался невидимый компаньон двойной системы Лебедь X-1. Он имеет массу более 5 масс Солнца, но все попытки обнаружить его собственное излучение успехом не увенчались. О его наличии говорит лишь гравитационное воздействие, которое он оказывает на вещество видимого компонента. Как выясняется, очень сложно придумать друую физическую сущность, которая обладала бы столь большой массой и оставалась при этом невидимой. Еще более убедительное доказательство реальности черных дыр получено в последние годы для ядра нашей Галактики. Причем оно вытекает не из каких-то сложных теорий, нет, а из обычной небесной механики, описывающей движение спутника вокруг главного тела. На протяжении последнего десятилетия ученые отслеживают движение нескольких звезд в ближайших окрестностях геометрического центра Галактики. Орбита одной из этих звезд прорисована почти полностью — она обращается вокруг центра по вытянутому эллипсу так, словно находится в поле тяготения объекта



с массой в несколько миллионов солнечных масс. Радиус объекта не превышает нескольких десятков астрономических единиц — таков размер орбиты этой звезды. Естественно, любой тяготеющий объект может быть только меньше орбиты своего спутника. Представьте себе: миллионы солнечных масс вещества упакованы в размер Солнечной системы и остаются при этом невидимыми! Здесь нужно вспомнить еще об одном великом научном принципе — так называемой бритве Оккама: не нужно множить сущности без необходимости, из всех объяснений отдавая предпочтение самому простому. Черная дыра, какую бы экзотикой она ни казалась, на сегодняшний день остается *наиболее простым* решением этой загадки. Хотя это, конечно, не гарантирует, что в будущем не будет найдено еще более простое решение.



Орбиты звезд в ядре нашей Галактики. Длина двухконечной стрелки в верхнем правом углу примерно равна 1600 астрономическим единицам. Эта карта построена Андреа Гез и ее коллегами из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе по данным многолетних наблюдений на Телескопе им. Кека. Звездочкой отмечено место, где должно находиться тело, тяготение которого заставляет звезды двигаться по этим траекториям. Законы небесной механики позволяют определить, что масса этого тела составляет несколько миллионов солнечных масс. Особенно интересны орбиты звезд S0-2 и S0-16, которые подходят к невидимому телу на расстояние всего в несколько десятков астрономических единиц, накладывая тем самым очень серьезное ограничение на его размер. Рис. с сайта [www.astro.ucla.edu](http://www.astro.ucla.edu).

В принципе, сказанное относится и к квазарам — необычайно ярким и очень компактным источникам излучения, невероятно высокую светимость которых объясняют выделением энергии при аккреции (падении) вещества на черную дыру. Материя не падает непосредственно на дыру, а закручивается вокруг нее, образуя тонкий аккреционный диск. Это связано с тем, что во вращающейся системе гравитация (центрального объекта или всей системы целиком) в направлении, перпендикулярном оси вращения, уравновешивается центробежной силой, поэтому сжатие происходит только параллельно оси вращения, «сплющивая» систему в плоский блин. Движение газа в диске описывается законами Кеплера (поэтому такие диски называют иногда «кеплеровскими»). Хотя имя Кеплера обычно связывают с догадкой о том, что планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца по эллипсам, однако законы Кеплера в равной степени применимы и к движению по окружности (которая представляет собою частный случай эллипса). Одно из проявлений законов Кеплера

применительно к дискам состоит в том, что слои на различных расстояниях от центра движутся с различными скоростями и в результате «трутся» друг о друга, преобразуя кинетическую энергию орбитального движения в тепловую энергию и далее в энергию излучения. Это объяснение может оказаться не единственным, но на сегодняшний день оно является самым простым. В конце концов, если отвлечься от масштабов явления, источником разогрева (и свечения) вещества в аккреционной модели является трение — куда уж проще? Чудовищная энергетика квазаров требует, чтобы объект, на который «падает» вещество, был очень массивным и геометрически маленьким (чем меньше внутренний радиус диска, тем больше в нём выделяется энергии). В ядре активной галактики NGC 4258 «кеплеровский» диск удалось наблюдать непосредственно, то есть не просто разглядеть очень плоскую газовую структуру, а измерить скорость движения вещества в ней и профемонстрировать, что это именно диск, вращающийся «по Кеплеру». Квазары располагаются в центрах галактик, то есть именно там, где в нашей и других галактиках обнаружены объекты, очень похожие на черные дыры... Логично предположить, что массивные компактные объекты в квазарах также представляют собою черные дыры. Еще один космический невидимка — темная материя, то есть материя, проявляющая себя в гравитации, но не в излучении. Идею о ее существовании высказал астроном Фриц Цвикки. Он обратил внимание на то, что скорости движения галактик в скоплениях слишком велики, чтобы их можно было объяснить тяготением только видимого вещества. В скоплениях галактик должно быть *что-то еще*, невидимое, но обладающее гравитационным полем. Позже подобные аномалии обнаружались и в движении звезд внутри галактик. Гипотезу о темном веществе критикуют на том основании, что она якобы нарушает всё то же правило Оккама: обнаружив неясности в движениях звезд и галактик, астрономы не стали объяснять их с позиций существующих теорий, а сразу же ввели новую сущность — темное вещество. Но критика эта, на мой взгляд, несправедлива. Во-первых, «темное вещество» само по себе сущностью не является. Это просто констатация факта, что движение звезд в галактиках и галактик в скоплениях не описывается только тяготением видимого вещества. Во-вторых, объяснить это тяготение имеющимися сущностями оказывается не так-то легко. Вообще, на роль темного вещества годятся любые массивные невидимые (с помощью современных средств наблюдения) объекты. Скажем, за темную материю вполне могли бы сойти заполняющие пространство коричневые карлики или так называемые «черные» карлики, то есть остывшие, холодные и потому невидимые белые карлики. Однако у этих объектов есть крупный недостаток: их можно привлечь для описания темной материи, но не удаётся безболезненно вписать в современную картину Мироздания. Белый карлик — это не только несколько десятых солнечной массы невидимого вещества, но еще и изрядное количество углерода и азота, синтезированных звездой — предшественницей этого белого карлика. Если мы предположим, что пространство заполнено остывшими белыми карликами, мы ответим на вопрос о природе темной материи, но вынуждены будем заняться нелегкими поисками ответа на другой вопрос — куда девались выброшенные этими карликами атомы С и N, которые должны были проявиться в химическом составе звезд следующих поколений? Кроме того, и у белых, и у коричневых карликов есть еще один общий недостаток - они не образуются сами по себе. Вместе с ними должны были в изрядных количествах образовываться и более массивные звезды. Эти звезды, взорвавшись в конце своего жизненного пути как сверхновые, просто разметали бы галактику по окружающему пространству. Вот так и получается, что неизвестные науке элементарные частицы оказываются не экзотическим, а наиболее легко объяснимым кандидатом на роль темной материи. Впрочем, попытки объяснить аномальное движение звезд невидимыми «обычными» объектами продолжаются. «Материальность» темной материи также оспаривается. Сейчас публикуется довольно много работ по теории МОНД — модифицированной ньютоновской

динамике. Согласно ей, при движениях с очень малыми ускорениями в формулы для ньютоновского тяготения нужно вводить поправки. Неучет этих поправок и приводит к тому, что возникает иллюзия дополнительной массы.

## Потрогать руками

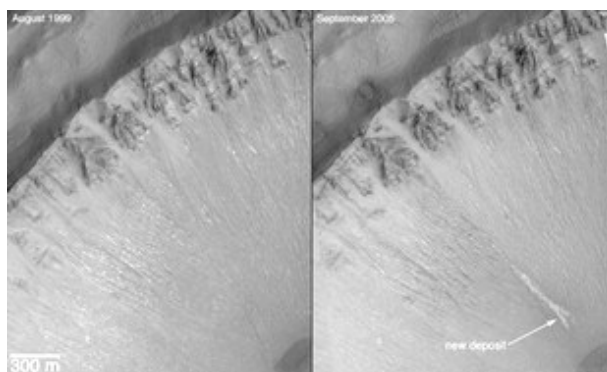
Утверждение, что астрономы не могут потрогать изучаемые ими объекты, не всегда справедливо. По крайней мере, в пределах Солнечной системы кое-что мы можем не только в подробностях сфотографировать, но и «потрогать» (хотя бы посредством автоматов). Неудивительно поэтому, что ее устройство известно нам довольно неплохо. Вряд ли кто-то будет оспаривать тот факт, что Земля вращается вокруг Солнца и что вместе с ней вокруг Солнца вращается еще великое множество разнообразных тел. Мы понимаем силы, под воздействием которых движутся эти тела, и умеем предсказывать их движение. Собственно, именно изучение движения небесных тел привело к появлению самого точного раздела астрономии — небесной механики. Вспомним хотя бы историю открытия первого астероида — Цереры. Итальянский астроном Дж. Пиацци открыл ее в первую ночь XIX столетия и тут же потерял. Однако знание траектории, по которой *должна* двигаться Церера (если верны наши представления об устройстве Солнечной системы), позволило немецкому математику К. Гауссу предсказать ее положение на будущие даты, и через год после открытия Церера была найдена вновь, и именно там, где ей надлежало быть.



Церера была открыта в 1801 году, однако определить ее форму и увидеть на ее диске хоть какие-то детали астрономам удалось лишь спустя два столетия. (Снимок получен при помощи Космического телескопа им. Хаббла 23 января 2004 года.) © NASA, ESA, and J. Parker; фото с сайта [hubblesite.org](http://hubblesite.org).

Тут можно вспомнить еще хрестоматийную историю об открытии Нептуна «на кончике пера», но гораздо лучшим доказательством понимания небесно-механического устройства Солнечной системы является его практическое использование. Сейчас редкий полет межпланетного космического аппарата обходится без так называемого гравитационного маневра — траекторию полета прокладывают таким хитрым образом, чтобы на разных ее участках аппарат ускорялся притяжением больших планет. Благодаря этому удается экономить немало топлива. Говоря коротко, мы очень хорошо (хотя и не идеально) разбираемся в *движении* тел Солнечной системы. Хуже обстоит дело с пониманием их индивидуальной природы. За примерами не нужно далеко ходить. Марсианские каналы — какая это была замечательная иллюзия! Астрономы-наблюдатели рисовали карты марсианской мелиорационной сети, астроботаники выдвигали смелые

гипотезы о жизненном цикле марсианских растений, вдохновленные ими фантасты рисовали картины контакта с марсианами (почему-то одна другой страшнее)... Первые же снимки Красной планеты, полученные космическими аппаратами, развеяли эти фантазии даже не в пыль — в дым. Добро бы еще каналы оказались чем-то не тем, за что их принимали. Нет, они просто отсутствовали! Навязчивое желание увидеть на Марсе что-то «эдакое» сыграло с наблюдателями злую шутку. При близком рассмотрении Красная планета оказалась совершенно мертвой. Сейчас наше представление о Марсе кардинально отличается от того, что имело место всего каких-нибудь 50 лет назад. К Марсу слетало множество зондов, на нём побывали спускаемые аппараты, в том числе марсоходы, проехавшие по его поверхности значительное количество километров. Построены подробнейшие карты рельефа, температур, минерального состава, магнитного поля поверхности Марса. Смело можно утверждать, что, по крайней мере, о поверхности и атмосфере Марса мы знаем почти всё. Значит ли это, что в марсианских исследованиях не осталось места догадкам? О, нет! Беда в том, что активная фаза жизни Марса давно закончилась. Несмотря на близость Красной планеты, мы всё равно видим только результат, но лишены возможности наблюдать процесс. Приходится прибегать к аналогиям. В конце концов, Земля и Марс не так уж сильно отличаются друг от друга. Почему бы не предположить, что подобные формы рельефа на обеих планетах сформированы подобными процессами? Первые же снимки марсианской поверхности принесли землянам не только грустную новость об отсутствии каналов. На них обнаружилось и кое-что интересное — высохшие речные русла. Пусть на современном Марсе нет воды, но она была там в далеком прошлом! Ибо что, кроме текущей воды, способно оставить такие следы? Добавьте к этому слоистость горных пород Марса, очень похожую на строение земных осадочных пород, и наличие минералов, которые на Земле образуются только в жидкой среде... Одним словом, вся совокупность данных о Марсе говорит о том, что когда-то, скорее всего очень давно и очень недолго, водоёмы на нём были. Но все эти данные являются, конечно, косвенными доказательствами. И именно здесь проходит граница, за которой читатель или слушатель астрономической новости должен держать ухо востро. Ибо от результата наблюдения к выводу из него пролегает цепочка логических умозаключений и дополнительных предположений, которая в текст популярной новости попадает не всегда (это, впрочем, верно в отношении не только астрономии, но и других наук).



Этот склон одного из кратеров на Марсе был несколько раз сфотографирован американским космическим зондом Mars Global Surveyor. На снимке, полученном в сентябре 2005 года, отчетливо виден свежий след... чего? Внешне он выглядит так, словно оставлен прорвавшимися на поверхность и тут же замерзшими грунтовыми водами. Но является ли это единственно возможным объяснением? © NASA.

Еще наглядный пример — Европа, один из галилеевых спутников Юпитера. Спектральный анализ показывает, что поверхность этого спутника состоит из водяного льда. Но

средняя плотность вещества Европы ( $3 \text{ г·см}^{-3}$ ) в три раза превышает плотность воды, а значит, большую часть спутника составляет каменное ядро, окруженное менее плотной водяной оболочкой. Дифференциация строения Европы, то есть разделение на более тугоплавкое ядро и легкоплавкую оболочку, говорит о том, что недра этого спутника подвергались и, возможно, подвергаются значительному нагреву. Источник этого нагрева — скорее всего, приливное взаимодействие с Юпитером и другими спутниками планеты-гиганта. Занимательность ситуации состоит в том, что приливного тепла вполне достаточно, чтобы поддерживать часть водной оболочки Европы в жидком состоянии. Иными словами, под ледяной коркой Европы может скрываться океан... С этим согласуются и строение поверхности спутника. Она постоянно «омолаживается», о чём говорит практически полное отсутствие метеоритных кратеров, да и разветвленная сеть разломов и трещин свидетельствует в пользу тектонической активности, которая может быть связана с подвижностью твердого льда на жидкой подложке. Жидкая вода, постоянный источник тепла (приливные деформации), доступность соединений углерода (в Солнечной системе они есть почти повсеместно) — что еще нужно для зарождения жизни? И вот уже готов яркий заголовок: «На спутнике Юпитера есть живые существа!». Однако очевидно, что до полета на Европу исследовательского зонда наличие подледного океана останется гипотезой, а возможное существование в нём очагов жизни — и вовсе фантазией.



Спутник Юпитера Европа, в отличие от большинства тел Солнечной системы, довольно гладок и почти полностью лишен метеоритных кратеров. Его поверхность, состоящая из водяного льда, постоянно разглаживается, сохраняя из деталей рельефа лишь густую сеть неглубоких трещин. Подвижность коры Европы говорит о том, что под ней скрыт некий менее твердый материал, однако это может быть не толща воды, а всего лишь рыхлая влажная масса, похожая на подтаявший снег. Изображение получено при помощи Межпланетной станции Galileo (оно составлено из снимка с низким разрешением, сделанного 28 июля 1996 года во время первого облета Юпитера станцией «Галилео», и снимка с высоким разрешением, сделанного 31 мая 1998 года во время 15-го облета). © NASA/JPL/University of Arizona/University of Colorado; фото с сайта [photojournal.jpl.nasa.gov](http://photojournal.jpl.nasa.gov).

### Можно ли всему этому верить?

Увы, удаленность большинства астрономических объектов и значительная длительность большинства астрономических процессов приводят к тому, что доказательства в астрономии, как правило, являются косвенными. Причем чем дальше мы удаляемся от Земли в пространстве и времени, тем косвеннее доказательства. Казалось бы, есть все основания относиться к утверждениям астрономов с недоверием! Но сила этих утверждений — не в «железобетонности» доказательств, а

в том, что эти доказательства складываются в единую картину. Современная астрономия — не собрание разрозненных фактов, а система знаний, в которой каждый элемент связан с другими, как связаны друг с другом отдельные кусочки мозаики-пазла. От общего количества звезд, рождающихся в год, зависит количество сверхновых — значит, скорость звездообразования должна согласовываться с темпом вспышек сверхновых. Этот темп, в свою очередь, согласуется с наблюдаемым количеством синтезируемого при вспышках радиоактивного изотопа алюминия. Причем многие из этих связей были сначала предсказаны, а потом обнаружены в наблюдениях. Было сначала предсказано, а потом обнаружено реликтовое излучение, сначала предсказаны, а потом обнаружены нейтронные звезды... Была предсказана форма протопланетных дисков, наличие разнообразных молекул в молекулярных облаках... Каждый из элементов этой мозаики, взятый в отдельности, малозначим, но вместе они складываются в весьма прочную картину, которая тесно увязана с успехами «земной» физики. Насколько можно доверять этой картине? Конечно, какие-то из элементов мозаики обоснованы лучше, чем другие. С одной стороны, современные представления о природе темной материи могут подвергнуться пересмотру. А вот подобрать адекватную замену, например, для термоядерного механизма производства энергии в недрах звезд вряд ли удастся. Еще в начале XX века в этой области оставался некоторый простор для фантазии, но сейчас термоядерный механизм согласован с очень большим количеством наблюдательных данных. Если у кого-то возникнет теперь желание придумать собственный механизм, он должен будет объяснить как минимум все эти же данные, не потеряв при этом согласованности со смежными элементами мозаики. Я бы сказал так: основы современной астрономической картины Мира могут оказаться неверными только целиком. То есть мы можем ошибаться не в отдельных фрагментах, а во всей физике сразу. Например, если окажется, что звезды — это все-таки не звезды, а дырочки в хрустальном небосводе, в которые какой-то шутник пускает излучение разного спектрального состава... Признаком надежности элемента астрономической картины может, конечно, служить его долголетие. И в этом отношении астрономия кажется вполне благополучной наукой: ее базовые концепции не меняются уже много десятилетий (нужно учитывать, что современной астрофизике всего-то от роду полтора столетия). Теория термоядерного синтеза разработана в 1930-е годы, разбегание галактик открыто в 1920-е годы, теория звездообразования сейчас бурно эволюционирует, но ключевым понятием в ней остается, например, гравитационная неустойчивость, основные принципы которой были сформулированы Дж. Джинсом в самом начале XX века... Можно, наверное, сказать, что концептуально в астрономии ничего не менялось с тех пор, как Харлоу Шепли доказал, что Солнце находится не в центре Галактики, а Хаббл доказал, что Туманность Андромеды — это внегалактический объект. Конечно, с началом Космической эры сильно изменились наши представления о планетах, но ранние фантазии о Марсе и Венере были порождены скорее научным романтизмом, чем научным предвидением.

Статья впервые опубликована на сайте <http://elementy.ru>. В журнале «Небосвод» статья публикуется с небольшими сокращениями с любезного разрешения автора и сайта <http://elementy.ru>.

Оригинальная ссылка: <http://elementy.ru/lib/430399>.

**Дмитрий Вибе,**  
доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник Института  
астрономии РАН

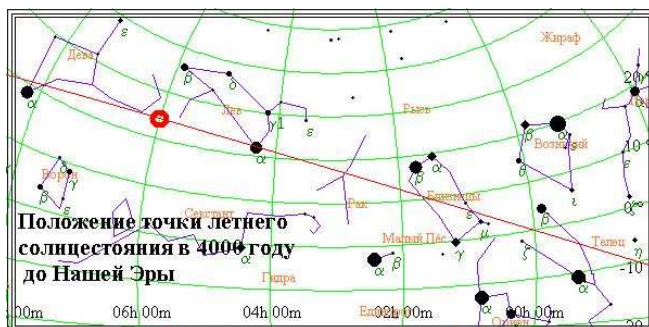


## Повторяемость видимости планет



Луна и Венера. 19 февраля 2007 года в 20 часов 13 минут (МСК). Условия съемки: ISO400/ F4/ выдержка 4 сек/ фэкс=190mm. Виктор Ронин (Кубанский астроклуб).

Видимость планет, а также фаз Луны и лунных затмений, неизбежно повторяется по истечении некоторого промежутка времени. При этом абсолютно точного повторения быть не может – небесная механика утверждает, что при полной соизмеримости периодов обращений планет их взаимные возмущения постепенно бы накапливались, что привело бы к выбросу отдельных планет из солнечной системы или существенному изменению их орбит. Кроме того, из-за изменения характеристик орбит и явления прецессии видимый путь планет не может полностью повториться. Например, если противостояние планеты произошло в созвездии Близнецов в современную эпоху, планета будет видна всю долгую зимнюю ночь. Но так как точка летнего солнцестояния смещается на 50.3" в год (на 1° за 71,6 года, на 30° за 2147 лет) то, например, противостояние 6000 лет назад было весенним и условия видимости планеты были несколько иными. Поэтому рассматривать промежутки времени, разделённые очень большим сроком, мы не будем – всякое совпадение условий видимости уже будет случайным.



Тем не менее, с определённой погрешностью явления неизбежно повторяются. При этом периоды повторяемости

по отношению к Солнцу, созвездиям, и мгновенной эклиптике будут разными.

### 1. По отношению к Солнцу.

Это синодический период повторяемости. Каждая планета имеет свой период синодической видимости – она вступает в соединение с Солнцем, удаляется от него, достигая наилучшей видимости, снова сближается с ним, вступая в новое соединение. По истечению синодического периода планета оказывается примерно на том же угловом расстоянии от Солнца (хотя из-за эллиптичности орбит эта величина может существенно меняться). При этом планета, скорее всего, окажется совсем в другом созвездии, и из-за наклона эклиптики к экватору – совсем в других условиях видимости (что актуально вообще-то только для средних и высоких широт, но мы здесь живём!). Например, Венера при наибольшей элонгации 48°, наступающей вечером в середине весны, будет сиять 4-5 часов, а при той же элонгации в середине осени – будет едва видна, заходя ещё в сумерках! Поэтому повторяемость синодической видимости – величина довольно условная, использовать её для предсказания условий видимости планеты неудобно.

### 2. По отношению к созвездиям.

Это сидерический период повторяемости. При этом сопоставляются синодический период обращения планеты и звёздный период обращения Земли – 365 суток 6 часов 9 минут 10 секунд (365,25636042d). При хорошем совпадении этих величин видимый путь планеты повторяется на звёздном небе и, если пренебречь небольшим прецессионным движением звёзд, по отношению к Солнцу. Изменения при этом будут очень медленными – из-за изменений эксцентриситета орбит и наклонений.

### 3. По отношению к мгновенной эклиптике.

Планета	Период обращения в сутках относительно текущей эклиптики, дни	Среднее синодическое движение, ° в сутки	Синодический период, дни	Синодический период в звёздных годах	Синодический период в тропических годах
Меркурий	87,968434	3,1	115,877478	0,31724970	0,317262021
Венера	224,6954388	0,62	583,921366	1,59866167	1,598723735
Земля	365,2421988	-	-	<b>365,25636 d</b>	1
Марс	686,9297442	0,46	779,936102	2,13531140	2,135395315
Юпитер	4330,596911	0,90	398,884048	1,09206594	1,092108970
Сатурн	10746,950370	0,95	378,091901	1,03514114	1,035179969

#### Луна

Синодический месяц	29,5305886751248
Драконический месяц	27,2122210648148
Аномалистический месяц	27,5545509483082

Это тропический период повторяемости. Сопоставляются синодические периоды обращения планет и земной тропический год - 365 суток 5 часов 48 минут 46 секунд (365,24219878d). При совпадении величин видимый путь планеты повторится по отношению к эклиптике текущей эпохи (что и определяет условия видимости светил в наших широтах). Основные числовые соотношения приведены в таблице: (данные для вычислений взяты из книги «астрономические формулы для калькуляторов Ж. Меёс, Москва, «Мир», 1988»).

Теперь поищем периоды повторяемости видимости планет. Как следует из таблицы, сделать это просто: будем складывать синодический период планеты, пока он не станет близким к целому числу, обозначающему период Земли.

При этом условимся называть:

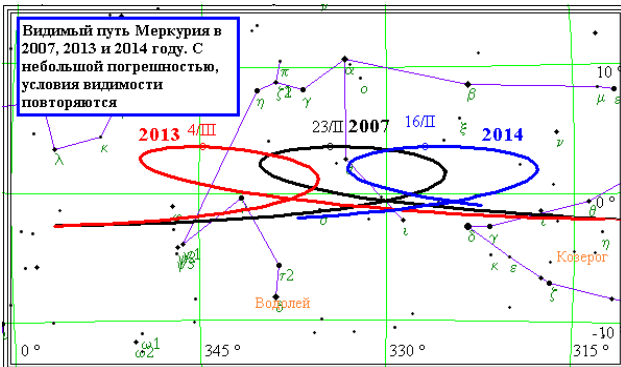
**Столетний период** повторяемости – период повторяемости видимости, пригодный для использования в течение примерно одного столетия. Для таких периодов, из-за незначительной величины прецессии, нет существенных различий между тропическим и сидерическим периодами.

**Тысячелетний период** повторяемости – период повторяемости видимости, пригодный для использования в течение примерно нескольких столетий или даже тысячелетий.

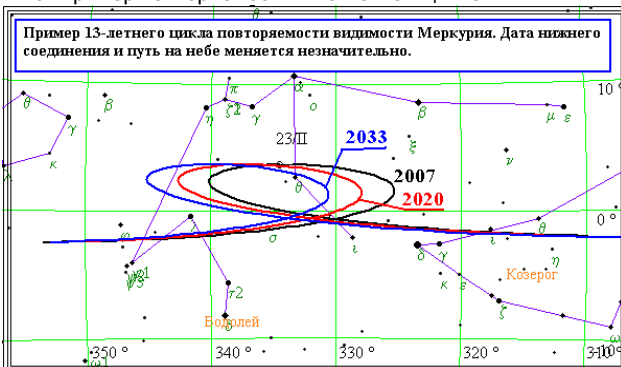
**Меркурий. Синодический период=115,877478291 дней**

Столетние периоды	Тысячелетние периоды			
	Тропические		Сидерические	
ЛЕТ ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ погр.°
6 2191,45 -31,75	204	74509,41 0,59	217	79260,63 01,36
7 2556,70 22,96	533	194674,09 -0,22	263	96062,43 -00,01
13 4748,15 -8,79				
33 12052,99 5,39				
46 16801,14 -3,40				
79 28854,13 1,99				

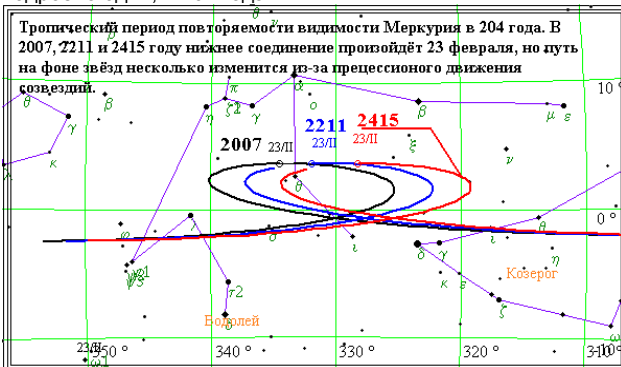
Зададимся точностью положения планеты на орбите в 32°, при этом погрешность в моментах соединений будет 32/ 3.1 = 11 дней (3,1° - среднее синодическое движение Меркурия относительно Земли за сутки). Для столетних периодов получаем (см. таблицу), что повторяемость для Меркурия будут комбинации 6, 7, и 13-летних циклов. В таблице они расположены в порядке уменьшения погрешности. Посмотрим на примеры:



А вот пример повторяемости в 13-летнем цикле:

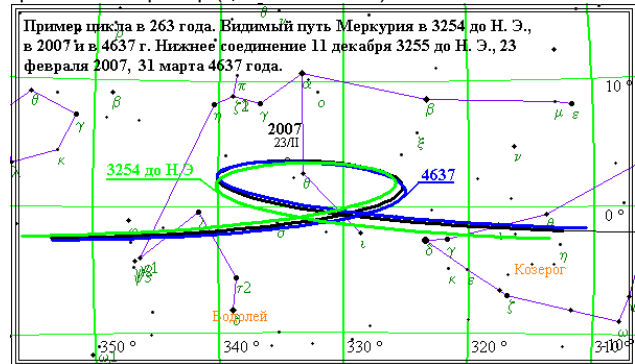


Ещё более точными будут циклы в 33, 46, 79 лет. Чем более длинным будет цикл, тем он будет точнее, но на длительных промежутках времени уже существенно сказывается прецессия. Из тысячелетних тропических циклов выделим 2 – в 204 и 533 года, но рассмотрим подробно один, в 204 года.



Посмотрим теперь на тысячелетние сидерические циклы. В них видимость повторяется и по отношению к звёздам и к

Солнцу, и только из-за прецессии сама продолжительность видимости может несколько измениться. Среди этих циклов сразу обращает на себя внимание цикл в 263 года с почти идеальным совпадением! Потому рассмотрим сразу 10-кратный его пример (цикл в 2630 лет):



Видно, что даже 20 циклов назад (в 3255-3254 г. до нашей эры) видимый путь Меркурия совпадал почти идеально! Но условия видимости из-за прецессии были несколько различными, вот пример:

Продолжительность вечерней видимости Меркурия в цикле 263 года (на широте 58°)		
3255-3254 до Н. Э. нижнее соединение 11 дек 3255 до Н.Э.	2007 нижнее соединение 23 февраля	4637 нижнее соединение 31 марта
Дата Вид м фаза д. Ноябрь 21 - -0,9 0,72 06" 26 00:01 в -0,5 0,51 07"	Январь 2007 дата Вид м фаза д. 21 - -1,1 0,96 05" 26 00:16 в -1,1 0,91 05" 31 00:42 в -1,0 0,81 06"	МЕРКУРИЙ Февраль 4637 дата Вид м фаза диам. 25 - -1,0 0,96 05"
Декабрь 1 00:11 в +0,5 0,28 08" 6 00:02 в +2,4 0,09 10" 11 - +6,2 0,01 11"	Февраль дата Вид м фаза д. 5 01:02 в -0,8 0,65 07" 10 01:07 в -0,2 0,43 08" 15 00:48 в +1,1 0,20 09" 20 - +3,8 0,04 10" 25 - +5,6 0,01 11"	Март дата Вид. м фаза д. 2 00:22 в -1,0 0,92 05" 7 00:45 в -1,0 0,84 06" 12 01:03 в -0,9 0,70 06" 17 01:11 в -0,4 0,49 07" 22 00:57 в +0,6 0,26 08" 27 00:14 в +2,8 0,07 10"

Если в 3255-3254 году до Н. Э. вечерняя видимость едва превышала 10 минут, то в 2007 и 4637 году она превысит час (при том же угловом расстоянии от Солнца и том же пути на фоне звёзд!). Да и сама вечерняя видимость происходит в разное время года: она сдвигается от зимы к лету. Наверное, практического значения такие длительные циклы не имеют, но как-то приятно сознавать, что так же, как нынче, в 2007 году, Меркурий был виден в 1744 (во времена Ломоносова), в 1481 г. (Копернику 8 лет!), ... в 361 г. до н.э. (греко-персидские войны). Используя вместе с тысячелетним 263-летним циклом более маленькие столетние (в небольших пределах), можно получить и более подробные промежуточные даты, понятно, с большей погрешностью.

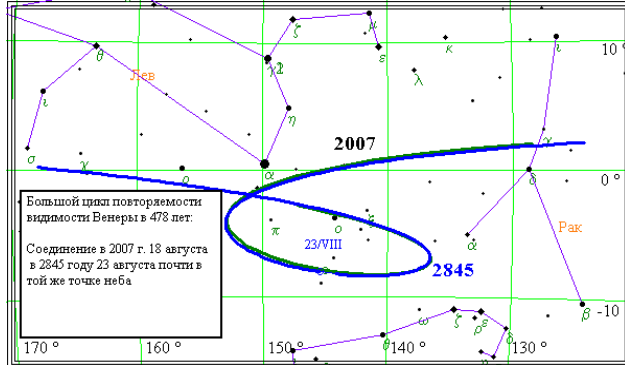
**Венера.**

Столетние периоды	Тысячелетние периоды			
	Тропические		Сидерические	
ЛЕТ ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ погр.°
8 2921,94 1,44	235	85831,92 -2,79	251	91679,35 02,28
16 5843,88 2,87	243	88753,85 -1,35	227	82913,20 -02,24
24 8765,81 4,31	251	91675,79 0,08	235	85835,25 -00,74
32 11687,75 5,75			243	88757,30 00,77
40 14609,69 7,18			478	174592,55 00,04
48 17531,63 8,62				

Среди столетних периодов есть только один – 8-летний. Поскольку суточное синодическое движение Венеры 0,6°, то уже к 4 циклу (32 года) нижнее соединение (и все другие явления) произойдут раньше на 5,75 / 0,6 = 9 - на 9 дней раньше. В принципе, на условия видимости это повлияет не сильно, но в следующих циклах расхождение будет всё больше. Вообще за 8 лет происходит 5 нижних соединений Венеры (5 синодических периодов), равномерно распределённых по нашему году с интервалом 365/ 5 = 73 дня. Тысячелетний цикл будет связан с отступлением одного соединения на дату другого. Например, соединение

Венеры с Солнцем в 2007 г. произойдет 18 августа. В 2004 году соединение было 8 июня. Августовское соединение с каждым циклом будет происходить всё раньше, пока не достигнет даты 8 июня. С этим периодом времени будет связан тысячелетний цикл в 251 г.: в 2258 году соединение произойдет 17 августа.

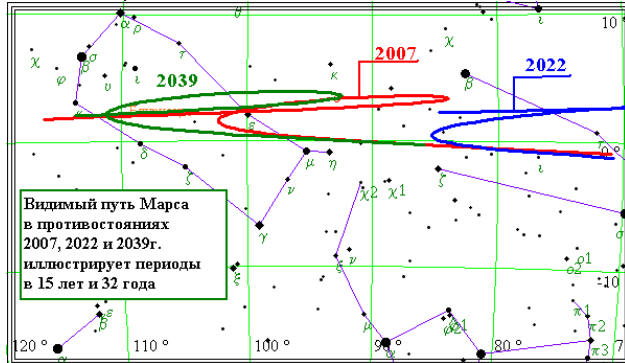
Сидерический тысячелетний период будет, с поправкой на прецессию, 235 и 243 года, а сумма этих циклов даст ещё более точный период в 478 лет:



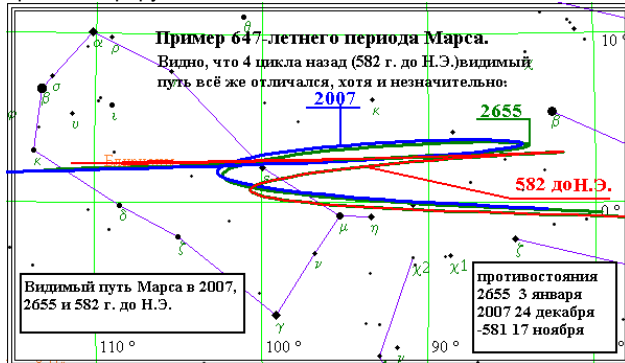
**Марс.**

Столетние периоды			Тысячелетние периоды					
			Тропические			Сидерические		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°
17	6209,36	-13,91	205	74874,65	0,35	284	103732,81	00,60
62	22645,90	12,81	899	328352,74	-0,24	363	132588,06	-00,50
64	23376,41	-10,00	1104	403227,39	0,10	647	236320,87	00,11
15	5478,85	08,91						
32	11688,20	-05,00						
47	17167,05	03,90						
79	28855,25	-01,10						

Среди столетних периодов Марса выделяются 15-ти, 17-летние, из которых складываются остальные. Среднее синодическое движение Марса 0,46°, поэтому погрешность в 1° даёт смещение дат противостояний 2 дня. Циклы с погрешностью 10° и более будут довольно условны. Наиболее приемлемы циклы 15, 32, 47 и 79 лет.



Среди тысячелетних сидерических периодов проиллюстрируем самый большой - 647-летний:

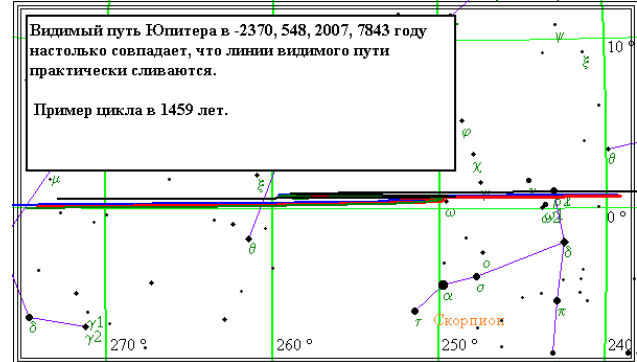


Например, так же, как в 2007 году, Марс был виден в 1360, 713, 66 и -581 году.

**Юпитер.**

Столетние периоды			Тысячелетние периоды					
			Тропические			Сидерические		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°
12	4382,91	-4,35	166	60630,20	-0,19	1459	532909,05	-00,03
24	8765,81	-8,70	249	90945,31	-0,28	1115	407260,86	00,22
36	13148,72	-13,05	415	151575,51	-0,46	344	125648,19	-00,25
47	17166,38	12,96	498	181890,61	-0,56	771	281612,66	00,48
59	21549,29	8,61	581	212205,72	-0,65	688	251296,39	-00,51
71	25932,20	4,26	664	242520,82	-0,74	1032	376944,58	-00,76
83	30315,10	-0,09	747	272835,92	-0,84	83	30316,28	00,99
95	34698,01	-4,44	830	303151,02	-0,93			
			913	333466,13	-1,02			
			996	363781,23	-1,11			
			1079	394096,33	-1,21			

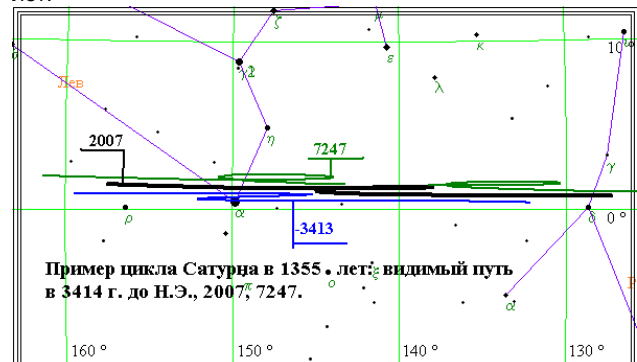
Для Юпитера, как и для Сатурна, из-за больших периодов обращения видимость повторяется в среднем пропорционально их периодам – всё зависит от того, какой точностью мы зададимся. Для Юпитера это чередование 11-ти и 12-летних циклов. Наиболее точен 83-летний цикл, который является одновременно и тропическим тысячелетним. Среди сидерических тысячелетних циклов отметим 344-летний, который в четвёртом цикле в комбинации с 83-летним даст ещё более точный период в 1115 лет. Впрочем, при столь длительных промежутках времени уже существенно собственное изменение элементов орбит планет.



**Сатурн.**

Столетние периоды			Тысячелетние периоды					
			Тропические			Сидерические		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°
29	10592,02	5,20	206	75239,89	-0,28	1355	494922,39	00,08
30	10957,27	-7,03	1177	429890,07	0,13	1031	376579,32	-00,20
58	21184,05	10,41	1383	505129,96	-0,15	324	118343,07	00,29
59	21549,29	-1,83	1589	580369,85	-0,44	707	258236,26	-00,49
88	32141,31	3,37	2560	935020,03	-0,02	648	236686,13	00,57
89	32506,56	-8,86				383	139893,19	-00,77
117	42733,34	8,58						
118	43098,58	-3,66						

У Сатурна видимость повторяется через 29-30 лет, комбинации этих циклов дают более длительные тропические и сидерические периоды. Пример цикла в 1355 лет:





Продолжительность вечерней видимости Меркурия в цикле 263 года (на широте 58°)		
3255-3254 до Н. Э. нижнее соединение 11 дек 3255 до Н.Э.	2007 нижнее соединение 23 февраля	4637 нижнее соединение 31 марта
Дата Вид м фаза д. 21 - -0,9 0,72 06" 26 00:01в -0,5 0,51 07"	ЯНВАРЬ 2007 дата Видим м фаза диам. 21 - -1,1 0,96 05" 26 00:16 в -1,1 0,91 05" 31 00:42 в -1,0 0,81 06"	МЕРКУРИЙ ФЕВРАЛЬ 4637 дата Вид м фаза диам. 25 - -1,0 0,96 05"
Декабрь 1 00:11 в +0,5 0,28 08" 6 00:02 в +2,4 0,09 10" 11 - +6,2 0,01 11"	Февраль дата Видим м фаза диам. 5 01:02 в -0,8 0,65 07" 10 01:07 в -0,2 0,43 08" 15 00:48 в +1,1 0,20 09" 20 - +3,8 0,04 10" 25 - +5,6 0,01 11"	МАРТ дата Видим. м фаза диам. 2 00:22 в -1,0 0,92 05" 7 00:45 в -1,0 0,84 06" 12 01:03 в -0,9 0,70 06" 17 01:11 в -0,4 0,49 07" 22 00:57 в +0,6 0,26 08" 27 00:14 в +2,8 0,07 10"

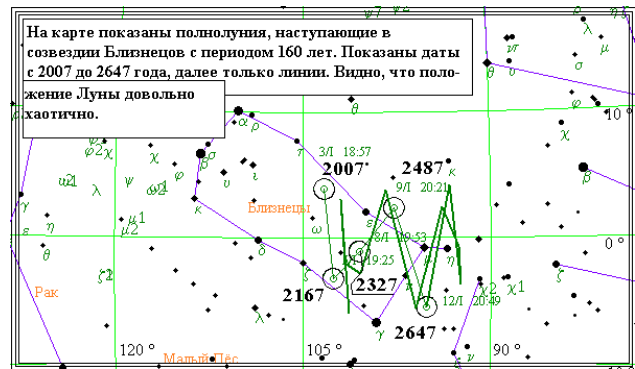
Столетние периоды	Тысячелетние периоды	
	Тропические	Сидерические
ЛЕТ ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ ДНЕЙ погр.°
8 2921,94 -19,39	334 121990,89 0,42	141 51501,15 -02,41
11 4017,66 18,34	687 250921,39 -0,21	160 58441,02 -00,18
19 6939,60 -1,05	1021 372912,28 0,21	1939 708232,11 00,02
	1708 623833,68 0,00	

Сопоставляя продолжительность лунного синодического месяца и тропического года, можно найти циклы повторяемости фаз Луны. Подробно этот вопрос рассмотрен в книге И. А. Климишина «Календарь и хронология» («Наука», Физматлит, 1981, 1985, 1990). Среднее суточное синодическое движение Луны 12,1°, поэтому погрешности в 12° соответствует ошибка в 1 календарный день. Восьмилетний цикл – октаэтериды – использовался в древнем Вавилоне. Одиннадцатилетний цикл, по всей видимости, не применялся, а 19-летний, открытый греческим астрономом Метонем в 432 году до н.э., лежит в основе многочисленных лунно-солнечных календарей. Ошибка в 1 день появится только через 12 циклов  $12 \cdot 19 = 228$  лет (более точное значение И. А. Климишина – 219 лет, т.к. мы сравниваем с солнечным годом, а не с продолжительностью Григорианского календаря). Как видно, циклом Метона можно уверенно пользоваться 2 столетия (без поправок). Комбинациями этого цикла можно составить тысячелетние циклы, вплоть до самого большого в 1708 лет:

2007 год	299 год	-1409 год
Полнолуние	Полнолуние	Полнолуние
3 Янв 18:57	4 Янв 04:36	4 Янв 12:15
2 Фев 10:45	2 Фев 21:43	3 Фев 05:40
4 Март 04:17	4 Март 15:05	4 Март 22:40
2 Апр 22:15	3 Апр 07:44	3 Апр 14:09
2 Май 15:09	3 Май 22:59	3 Май 03:24
1 Июнь 06:03	1 Июнь 12:27	1 Июнь 14:27
30 Июнь 18:48	1 Июль 00:00	1 Июль 00:01
30 Июль 05:48	30 Июль 09:54	30 Июль 09:04
28 Авг 15:35	28 Авг 18:54	28 Авг 18:29
27 Сент 00:45	27 Сент 03:55	27 Сент 04:41
26 Окт 09:52	26 Окт 13:45	26 Окт 15:48
24 Ноя 19:30	25 Ноя 00:52	25 Ноя 03:52
24 Дек 06:16	24 Дек 13:14	24 Дек 17:03

Понятно, что для дат до 1582 года используется Григорианский календарь. Как видно, цикл в 1708 лет можно было бы назвать «Большим Метонем», а впрочем для этого подошли бы и 334-летний, и 687-летний и даже 1021-летний циклы. Надо иметь в виду, что в отличие от планет, большие полуоси (и периоды обращения которых) не имеют вековых изменений, лунный синодический месяц изменяется (медленно увеличивается), и применять большие циклы можно только на ограниченных интервалах времени.

При использовании тысячелетних сидерических циклов фазы Луны будут наступать близ тех же групп звёзд, среди этих циклов сразу выделяется 160-летний:



### Затмения.

Столетние периоды (синодические)	Тысячелетние периоды		
	Тропические	Сидерические	
ЛЕТ ДНЕЙ погр.°	ЛЕТ ДНЕЙ погр.°	19	6939,87 09,98
0,484 176,88 -3,7°	19 6939,60 6,42	103	37621,41 -06,87
3,315 1210,94 2,3°	372 135870,10 -6,90	697	254583,69 05,95
3,800 1387,82 -1,4°	391 142809,70 -2,77	800	292205,10 03,57
7,115 2598,77 0,9°	410 149749,30 5,94		
10,915 3986,59 -0,5°	763 278679,80 -7,39		
18,030 6585,36 0,4°	782 285619,40 -5,54		
28,945 10571,95 0,0°	801 292559,00 -6,59		
521,01 190295,06 -0,6°	1154 421489,50 -7,87		
1541,2 562912,00 1,1°	3769* 376597,85 -5,10		
3241,3 1183881,28 0,3°			

Сопоставляя лунный синодический месяц с лунным драконическим (периодом возвращения к узлу, или, лучше, полупериодом), можно получить циклы повторяемости затмений. Вопрос так же подробно разобран в упоминавшейся книге И. А. Климишина. Цикл в 176,88 суток, по Климишину, называется семестром, для солнечных затмений ширина эффективной зоны 36° (а более подробно смотри об этом «Небосвод», №1, 2007, стр. 27 и № 3, 2007, стр.24), и в этом цикле может быть  $36/3,7 = 9$  или 10 затмений (у Климишина 13-14). Цикл в 1210 суток, по Климишину, гептон, цикл в 3986,6 суток – тритос, цикл в 18 лет – сарос, в 29 – инекс, прочие не названы. Поскольку вопрос подробно разобран в упомянутом «Небосводе», останавливаться на нём не будем. Среди циклов, согласующихся с солнечным годом, увы, ничего достаточно точного нет. В цикле Метона (19 лет) всего около 5-6 затмений. В более точном 391-летнем цикле их может быть около десятка.

#### Солнечные затмения в 391-летнем цикле:

Дата	Н.Ч.	Н.Ц.	Макс	К.Ц.	К.Ч.	Фаза Вид
9 Апр 2005	22:52	23:54	01:36	03:17	04:19	1,00 КП(Ю)
3 Окт 2005	12:37	13:44	15:32	17:20	18:27	0,97 К(С)
(+391 год)						
9 Апр 2396	04:38	05:33	07:15	08:57	09:52	1,02 П(Ц)
3 Окт 2396	23:25	00:33	02:30	04:26	05:34	0,96 К(Ц)
(+391 год)						
10 Апр 2787	12:04	13:02	14:46	16:31	17:28	1,01 П(Ц)
3 Окт 2787	14:43	15:45	17:35	19:25	20:26	0,99 К(Ц)
(+391 год)						
10 Апр 3178	10:01	11:10	12:54	14:38	15:47	0,97 К(С)
3 Окт 3178	18:38	19:35	21:13	22:51	23:48	1,02 П(Ю)

Этот цикл можно было бы назвать «большим циклом затмений Метона», ибо он такой же недолговечный, как 19-летний, и столь же неточный (время затмения распределено хаотично).

Среди сидерических циклов так же достаточно долгоживущих нет. Циклы в полторы и три тысячи лет, как уже говорилось, рассматриваться не могут. Остаётся только повторить, что ничего подобного саросу, в циклах затмений нет. («Небосвод», № 3, 2007, стр.24). К тому же сарос в какой-то степени «бессмертен»: заканчивающийся сарос рождает следующий за ним в следующий синодический месяц.

### Соединения планет.

Точно так же можно посмотреть циклы повторяемости соединений планет. При этом будем рассматривать

синодические циклы (соединение на том же угловом расстоянии от Солнца), тропические (в то же время года), сидерические (в том же созвездии). Прежде всего рассмотрим пару самых ярких планет Венера – Юпитер.

Синодические периоды			Тысячелетние периоды					
			Тропические			Сидерические		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°
3,276	1196,65	17,8°	нет	нет	нет	2147	784205,44	-00,59
20,750	7578,80	-7,5°						
24,026	8775,45	10,3°						
44,776	16354,26	2,7°						
155,079	56641,57	0,7°						
310,159	113283,14	1,5°						

Среди самых коротких синодических циклов – 3 года 3 месяца. Из-за большой погрешности следующее соединение происходит при существенно другой элонгации.

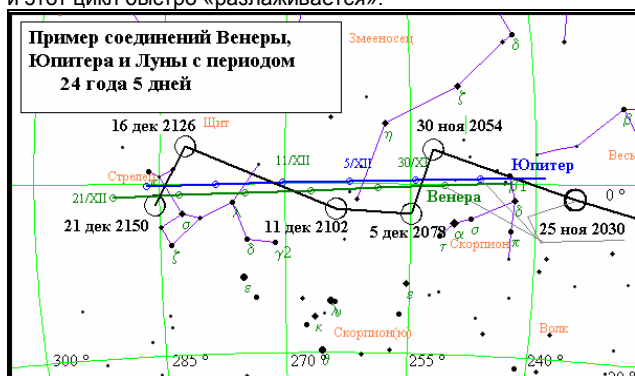
Пример цикла повторяемости соединений Венеры и Юпитера в 1196.6 дня:

2000 Май 17 Ср 15:34	ВЕНЕРА +00°00,6' сев. планеты	ЮПИТЕР (Эл.7°)
2003 Авг 21 Чт 15:15	ВЕНЕРА +00°31,8' сев. планеты	ЮПИТЕР (Эл.1°)
2006 Ноя 16 Чт 01:14	ВЕНЕРА +00°25,7' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.5°)
2010 Фев 17 Ср 07:19	ВЕНЕРА +00°32,1' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.9°)
2013 Май 28 Вт 23:39	ВЕНЕРА +00°59,9' сев. планеты	ЮПИТЕР (Эл.16°)
2016 Авг 28 Вс 03:34	ВЕНЕРА +00°04,0' сев. планеты	ЮПИТЕР (Эл.22°)
2019 Ноя 24 Вс 17:27	ВЕНЕРА +01°24,3' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.26°)
2022 Май 1 Вс 01:55	ВЕНЕРА +00°13,9' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.43°)
2025 Авг 12 Вт 11:47	ВЕНЕРА +00°51,6' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.36°)

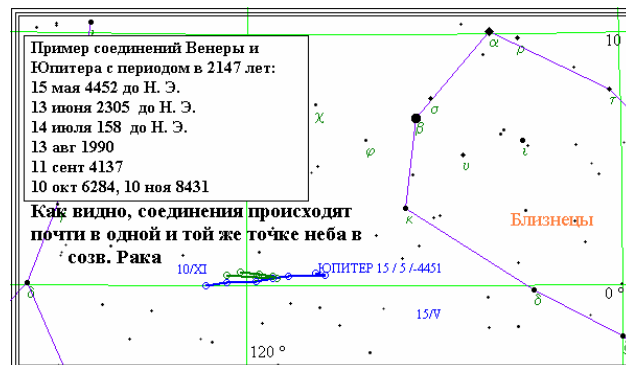
Более интересным является цикл в 24 года из-за того, что он согласуется с солнечным годом:

2006 Ноя 16 Чт 01:14	ВЕНЕРА +00°25,7' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.5°)
2030 Ноя 20 Ср 20:06	ВЕНЕРА +00°36,0' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.8°)
2054 Ноя 25 Ср 15:57	ВЕНЕРА +00°45,9' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.11°)
2078 Ноя 30 Ср 12:43	ВЕНЕРА +00°55,2' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.14°)
2102 Дек 6 Ср 15:12	ВЕНЕРА +01°03,3' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.17°)
2126 Дек 11 Ср 16:28	ВЕНЕРА +01°09,7' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.20°)
2150 Дек 17 Чт 02:43	ВЕНЕРА +01°14,0' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.23°)
2174 Дек 22 Чт 13:33	ВЕНЕРА +01°15,5' южн. планеты	ЮПИТЕР (Эл.26°)

Заметим, что с периодом 8771 день (24 года 5 дней) происходят соединения Венеры, Юпитера и Луны. Венера и Юпитер при этом «не доходят» 4 дня до своего соединения, и этот цикл быстро «разлаживается»:



Среди больших синодических циклов – есть 155- и 310-летние, но даже в 310-летнем соединении различаются двумя месяцами, так что видимость их будет другой. Среди сидерических циклов есть только очень большой в 2147 лет, тем не менее, он неплохо выполняется:



Из соединений Луны с планетами выделим только небольшие периоды, близкие к солнечному году:

Короткие периоды соединений Луны с планетами					
Венера – Луна (8 лет и 1.5 дня)			Юпитер – Луна		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°
8,004	2923,53	2,4°	95,001	34698,44	-4,1°
16,009	5847,06	4,8°	190,002	69396,88	-8,1°
24,013	8770,58	7,3°	581,003	212206,81	0,3°
32,017	11694,11	9,7°			
Марс – Луна			Сатурн – Луна		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°
17,060	6230,95	-3,9°	29,996	10955,85	-8,4°
32,017	11694,11	-2,3°	59,022	21557,33	5,8°
47,056	17186,80	13,0°	89,018	32513,18	-2,6°
64,035	23388,23	-4,6°			
331,008	120898,23	3,7°			

Приведём далее таблицу циклов соединений планет:

Планеты	Периоды повторяемости соединений планет								
	Синодические периоды			Периоды					
				Тропические			Сидерические		
ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	
Венера - Юпитер	3,276	1196,65	17,8°	24,026	8775,45	10,3°	2147	784205,44	-00,59
	20,750	7578,80	-7,5°						
	24,026	8775,45	10,3°						
	44,776	16354,26	2,7°						
	155,079	56641,57	0,7°						
Марс - Юпитер	2,184	797,77	8,2°	190	69396,02	-8,89	190	69398,71	-07,20
	46,961	17152,02	-3,0°	237	86562,40	-4,87	237	86565,76	07,15
	96,106	35101,82	2,2°	3154	1151973,89	3,56	1625	593541,61	04,72
	143,066	52253,84	-0,9°	3391	1238536,30	-1,31	1815	662940,32	-04,48
							3440	1256481,93	-02,55
Юпитер - Сатурн	19,668	7183,74	3,4°	59	21549,29	8,61	59	21550,13	09,37
	39,337	14367,47	6,9°	676	246903,73	9,56	795	290378,82	-07,91
	79,709	29113,04	-5,0°	735	268453,02	7,73	854	311928,94	02,98
	99,377	36296,78	-1,5°	854	311916,84	-9,63			
	119,046	43480,51	1,9°	913	333466,13	-9,99			
	218,423	79777,29	0,4°	1589	580369,85	-6,12	1648	601919,14	2,49
Венера - Сатурн	17,598	6427,55	2,7°	235	85831,92	4,92	972	355029,20	03,09
	126,292	46127,15	-1,6°	1295	472988,65	7,61			
	143,890	52554,71	1,1°	1530	558820,56	4,82			
	270,182	98681,86	-0,5°						
Марс - Сатурн	414,072	151236,56	0,6°						
	34,161	12477,02	-0,9°	442	161437,05	-7,60	442	161443,32	-01,83
	68,322	24954,03	-1,8°	647	236311,70	4,35	884	322886,64	-03,66
	373,700	136491,00	1,0°						
407,861	148968,01	0,1°							

Обобщим все сведения в одну таблицу:

Периоды повторяемости видимости планет							
Планета	Периоды						
	ЛЕТ	Тропические ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	Сидерические ДНЕЙ	погреш.°	
Меркурий	6	2191,45	-31,75	217	79260,63	01,36	
	7	2556,70	22,96	263	96062,43	-00,01	
	13	4748,15	-8,79				
	33	12052,99	5,39				
	46	16801,14	-3,40				
	79	28854,13	1,99				
	204	74509,41	0,59				
	533	194674,09	-0,22				
	Венера	8	2921,94	1,44	251	91679,35	02,28
16		5843,88	2,87	227	82913,20	-02,24	
24		8765,81	4,31	235	85835,25	-00,74	
32		11687,75	5,75	243	88757,30	00,77	
40		14609,69	7,18	478	174592,55	00,04	
48		17531,63	8,62				
235		85831,92	-2,79				
243		88753,85	-1,35				
251		91675,79	0,08				
Марс		17	6209,36	-13,91	284	103732,81	00,60
		32	11688,20	-05,00	363	132588,06	-00,50
	47	17167,05	03,90	647	236320,87	00,11	
	62	22645,90	12,81				
	64	23376,41	-10,00				
	15	5478,85	08,91				
	79	28855,25	-01,10				
	205	74874,65	0,35				
	899	328352,74	-0,24				
	1104	403227,39	0,10				
	Юпитер	12	4382,91	-4,35	1459	532909,05	-00,03
		24	8765,81	-8,70	1115	407260,86	00,22
		36	13148,72	-13,05	344	125648,19	-00,25
		47	17166,38	12,96	771	281612,66	00,48
59		21549,29	8,61	688	251296,39	-00,51	
71		25932,20	4,26	1032	376944,58	-00,76	
83		30315,10	-0,09	83	30316,28	00,99	
95		34698,01	-4,44				
83		30315,10	-0,09				
166		60630,20	-0,19				
249		90945,31	-0,28				
332		121260,41	-0,37				
415		151575,51	-0,46				
498		181890,61	-0,56				
581		212205,72	-0,65				
664		242520,82	-0,74				
747		272835,92	-0,84				
830		303151,02	-0,93				
913		333466,13	-1,02				
996	363781,23	-1,11					
1079	394096,33	-1,21					
Сатурн	29	10592,02	5,20	1355	494922,39	00,08	
	30	10957,27	-7,03	1031	376579,32	-00,20	
	58	21184,05	10,41	324	118343,07	00,29	
	59	21549,29	-1,83	707	258236,26	-00,49	
	88	32141,31	3,37	648	236686,13	00,57	
	89	32506,56	-8,86	383	139893,19	-00,77	
	117	42733,34	8,58				
	118	43098,58	-3,66				
	206	75239,89	-0,28				
	1177	429890,07	0,13				
	1383	505129,96	-0,15				
	1589	580369,85	-0,44				
	2560	935020,03	-0,02				

Ниже приводится таблица повторяемости видимости планет для 2007 года.

\* - отмечены годы повторяемости видимости на звёздном небе.

Планеты	Годы видимости в прошлом, примерно соответствующие 2007
Меркурий	1994, 1974, 1928, 1474, 1744*, 1481*, 1218*
Венера	1999, 1991, 1983, 1975, 1772, 1537, 1529*, 1051*, 384 до Н.Э., 862 до Н.Э.
Марс	1990, 1975, 1960, 1928, 1802, 1597, 1392 1360*, 713*, 582 до Н.Э.
Юпитер	1995, 1983, 1971, 1924, 1758, 1592 1663*, 1319*
Сатурн	1978, 1948, 1801, 1595, 1389 1683*, 1359*, 1035*
Фазы Луны	1988, 1969, 1950, 1931, 1912, 1673, 1339, 337
Лунные затмения	1989, 1971, 1953, 1935

Периоды повторяемости фаз Луны и затмений							
Фазы Луны	Тропические			Сидерические			
	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	ЛЕТ	ДНЕЙ	погр.°	
Фазы Луны	8	2921,94	-19,39	141	51501,15	-02,41	
	11	4017,66	18,34	160	58441,02	-00,18	
	19	6939,60	-1,05	1939	708232,11	00,02	
	334	121990,89	0,42				
	353	128930,50	-0,63				
	687	250921,39	-0,21				
	1021	372912,28	0,21				
	1708	623833,68	0,00				
	Затмения	0,484	176,88	-3,7°	19	6939,60	6,42
		3,315	1210,94	2,3°	372	135870,10	-6,90
3,800		1387,82	-1,4°	391	142809,70	-2,77	
7,115		2598,77	0,9°	410	149749,30	5,94	
10,915		3986,59	-0,5°	763	278679,80	-7,39	
18,030		6585,36	0,4°	782	285619,40	-5,54	
28,945		10571,95	0,0°	801	292559,00	-6,59	
521,01		190295,06	-0,6°	1154	421489,50		
1541,2		562912,00	1,1°				
3241,3		1183881,28	0,3°	3769*	1376597,85	-5,10	

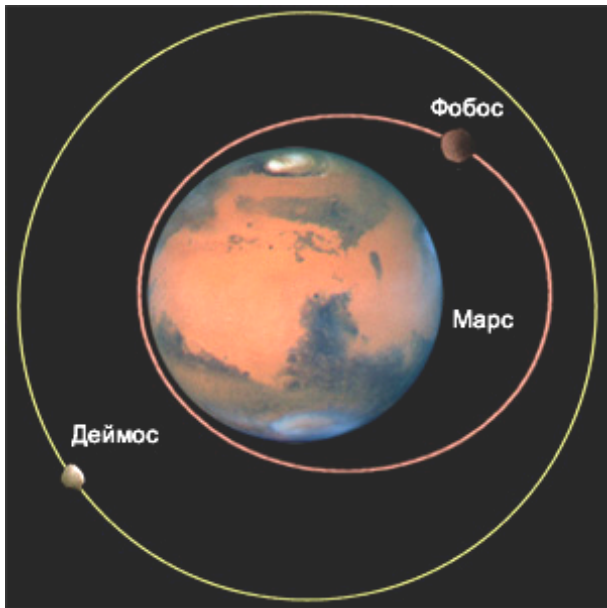


Планеты Солнечной системы. Коллаж с сайта NASA.

Александр Кузнецов, Нижний Тагил  
[kuznezowaw@yandex.ru](mailto:kuznezowaw@yandex.ru)



# ФОБОС И ДЕЙМОС



Орбиты спутников почти круговые.

Как известно, Асаф Холл открыл два маленьких спутника Марса. Размеры их дисков были неразличимы ни в какой телескоп, а блеск в среднем противостоянии соответствовал 11,6 и 12,8 звездной величины. Это свидетельствовало об их весьма малых размерах, оценить которые можно было следующим путем. Предположим, что отражательная способность спутников такая же, как и у самого Марса. Тогда отношение блеска планеты и спутника будет равно квадрату отношения их диаметров. Блеск Марса в среднем равен – 1,65 звездной величины, значит, Марс в 200 000 раз ярче Фобоса и в 600 000 раз ярче Деймоса. Отсюда следует, что диаметры обоих спутников меньше диаметра Марса в 450 и 770 раз соответственно, то есть равны 15 и 9 км.

В действительности, как показали фотографии «Маринера-9» в 1971 году, оба спутника оказались больше. Недооценка размеров спутников получилась потому, что их поверхность темнее марсианской.

**Природа спутников Марса остается неясной, но по фотографиям «Маринера-9» можно предположить, что и Фобос, и Деймос – каменные тела.**

Они весьма сильно отличаются от нашей Луны. Ни один из них не дает ночью столько света, сколько Луна. Фобос светит на Марсе примерно так же, как Венера на Земле, а Деймос – еще слабее. Поверхность обоих спутников исключительно темная. Краткие сведения о них приведены в таблице.

	Фобос	Деймос
Расстояние от планеты	9 380 км	23 460 км
Период обращения	0,31891	1,26244
Наклон орбиты к экватору	1°	2,7°
Размеры	26,6×22,2×18,6 км	15×12,4×10,8 км
Масса	$1,27 \cdot 10^{16}$ кг	$1,8 \cdot 10^{15}$ кг
Плотность	2 г/м <sup>3</sup>	2 г/м <sup>3</sup>
Альбедо	0,07	0,07
Звездная величина	11,6 <sup>m</sup>	12,7 <sup>m</sup>
Открыт	1877	1877

Неизвестно, как возникли марсианские луны. Некоторые ученые считают, что Фобос и Деймос могли образоваться путем гравитационной аккреции мелких

каменной, обращавшихся вокруг Марса в далеком прошлом. В таком случае образование этих спутников должно было происходить аналогично формированию нашей Луны, но в значительно меньших масштабах. Если справедливо это предположение, то марсианские луны, вероятно, состоят из базальтовых пород, как и спутник нашей Земли.

По мнению других специалистов, Фобос и Деймос представляют собой захваченные астероиды, которые покрыты кратерами и изрыты бороздами неясного происхождения. Марс расположен очень близко к поясу астероидов, где тысячи огромных глыб обращаются вокруг Солнца. Возможно, что два таких астероида случайно проходили достаточно близко к Марсу и оказались навсегда пойманными гравитационным полем планеты. Если верна эта гипотеза, то марсианские луны, возможно, состоят из хондритового вещества, как многие метеориты. Плотность базальтовой породы чуть выше, чем у хондритовой.

**ФОБОС.** Фобос совершает обращение вокруг планеты втрое быстрее, чем сам Марс вращается вокруг своей оси. За марсианские сутки Фобос успевает совершить три полных оборота и пройти ещё дугу в 78°. Для наблюдателя на Марсе он восходит на западе и заходит на востоке. Между последовательными верхними кульминациями Фобоса проходит 11 часов 07 минут.



На этом снимке, сделанном Викингом, хорошо виден гигантский кратер Стикни (Sticney) на Фобосе.

Фобос — это мир с загадочным происхождением и судьбой. Он лёгкий — его плотность почти в два раза превышает плотность воды. Планировалось, что Фобос будет детально изучен космическим аппаратом Европейского Космического Агентства (ESA) Марс-Экспресс, который выведен на орбиту Марса в конце 2003 года. В течение своей миссии продолжительностью в два года Марс-Экспресс прошел несколько сот раз мимо спутника диаметром 22 км на расстоянии не более 3000 км.



Космический аппарат «Марс-Экспресс»

"Марс-Экспресс" составил первую глобальную карту Фобоса, что важно, потому что одна сторона спутника нам хорошо известна, а другая известна меньше. Мы получили с его помощью более полную информацию о топографии, внутреннем строении и составе спутника. Это должно помочь определить, является ли он захваченным астероидом или нет.



Один из наиболее четких снимков Фобоса, полученный КА Марс Глобал Сэрвейер (Mars Global Surveyor).

Еще одна загадка Фобоса касается происхождения глубоких борозд на его поверхности. Некоторые из них расходятся от большого ударного кратера Стикни (Stickney), который искажает форму спутника. Как полагают, они указывают на силу удара, который почти раздробил небольшой спутник. Однако другие борозды в центральной части Фобоса, идущие почти параллельно, подсказали другую мысль.

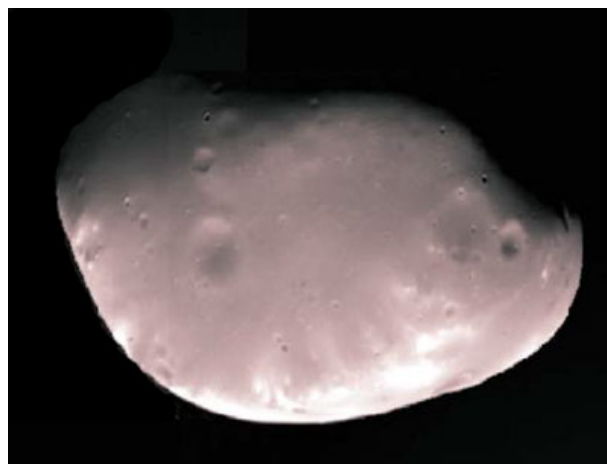


Фобос (снимок аппарата Марс Глобал Сэрвейер).

Джон Мюррей (John Murray) из Открытого университета в Великобритании полагает, что борозды являются цепочками ударных кратеров, образованные

выбросами при крупнейших ударах на Марсе. Он рассчитал скорость таких выбросов, положение и направление "траншей", которые они могли бы оставить на Фобосе. "Направление борозд соответствует предсказаниям гипотезы", - говорит он. - "В "хвостовой" части Фобоса борозд нет, что также согласуется с ней". Однако передняя часть Фобоса никогда ранее не фотографировалась с близкого расстояния, а вид борозд здесь будет иметь решающее значение для этой теории. Впервые требуемые снимки были сделаны камерами "Марс-Экспресса". "Если я прав, мы увидим здесь более широкие цепи "траншей", проходящие под различными углами", - говорит Мюррей.

**ДЕЙМОС.** Совсем иначе движется по небу Деймос. Его период обращения больше периода вращения Марса, но ненамного. Поэтому он, хотя и «нормально» восходит на востоке и заходит на западе, но движется по небу Марса крайне медленно. От одной верхней кульминации до следующей проходит 130 часов – пять с лишним суток.



Спутник Марса Деймос.

«...Кроме того, они открыли две маленькие звезды, или два спутника, обращающиеся около Марса. Ближайший из них удален от центра этой планеты на расстояние, равное трем ее диаметрам, второй находится от нее на расстоянии пяти таких же диаметров». Это строки из романа Джонатана Свифта о приключениях Гулливера, написанные в 1726 году. В то время никто спутников Марса не видел даже в телескопы, не говоря уже о том, чтобы довольно точно предсказать размеры этих небесных тел. Так, период обращения одного из спутников Марса Свифт угадал с точностью до одной четверти, а другого – до 40%.

Теперь известно, что расстояния орбит внешнего спутника Марса - Деймоса - 3,5 диаметров, и внутреннего - Фобоса - 1,5 диаметра. По этому поводу американский астроном М.Левит замечает: "Сходство между гипотетическими и реальными спутниками настолько близко, что это можно считать одним из наиболее загадочных подвигов мысли".

Однако Свифт не был единственным великим писателем 18-го века, кто «открыл» спутники Марса. Его современник Франсуа Мари Вольтер – властитель дум блистательного века Просвещения, сочиняя в 1752 году фантастическую повесть «Микромегас», упомянул: «Путешествуя по планете Марс, которая, как хорошо известно, вдесятеро меньше нашей маленькой Земли, они увидели два спутника, орбиты которых невозможно увидеть ни одному из наших астрономов». Но упомянул одним словом, в подробности (подобно Свифту, который решил, что одной луны будет недостаточно, чтобы освещать по ночам столь далекую планету от Солнца), не вдавался.

Сирано де Бержерак в своей книге «Иной свет» также упомянул о двух лунах Марса. Предвидения Свифта, Вольтера, Бержерака и Кеплера, как правило, пытаются объяснить так: у Земли один спутник, у Юпитера – четыре (столько было известно в те времена), поэтому Марс должен иметь два! Более того – они наименьшие в солнечной системе. Фобос – самый быстрый спутник Солнечной системы, так как вращается вокруг Марса

быстрее, чем Марс оборачивается вокруг оси. Это явление в нашей системе – уникальное.

И почти полтора столетия, со времен написания «Гулливера» до 1877 года, пришлось ждать человечеству до великого противостояния, во время которого и были открыты две луны четвертой планеты. Тогда же Джованни Скиапарелли буквально поставил на ноги весь астрономический мир (и не только астрономический), сообщив о существовании на Красной планете «каналов» и «морей». Все ученые-астрономы, естественно, приступили к тщательному изучению Марса, и Асаф Холл (1829 – 1907), который к этому времени уже успел проявить себя в мире, как один из лучших наблюдателей и вычислителей в Гарвардской обсерватории и как профессор математики в Морской обсерватории (Вашингтон), не был исключением. Именно ему и принадлежит открытие двух марсианских лун 12-й звездной величины 11 и 17 августа 1877 года.

Узнав об этом великом открытии из газет, одна английская школьница предложила Холлу названия для новых небесных тел: богу войны в античных мифах всегда сопутствовали его детища – Страх и Ужас, так пусть внутренний из спутников именуется Фобосом, а внешний – Деймосом, ибо так эти слова звучат в древнегреческом языке. Названия оказались удачными и закрепились навсегда.

Сынов Ареса (Марса) и Афродиты (Венеры) нелегко увидеть даже в большой телескоп из-за близкого соседства яркого Марса. Фобос и Деймос подобно нашей Луне всегда обращены к Марсу одной стороной.

После обнаружения двух лун Марса Дж. П. Койпер, директор Лунно-планетной обсерватории при Университете штата Аризона, поставил перед собой вопрос: «А нет ли у Марса еще каких-нибудь спутников, доселе неизвестных?» Для того чтобы ответить на этот вопрос, он разработал специальную фотографическую технику, позволяющую фиксировать даже очень слабо светящиеся объекты. Все его исследования не привели к открытию нового спутника Марса.

Затем поиски неведомого спутника Марса проводил сотрудник Эймского исследовательского центра НАСА в Калифорнии Дж. Б. Полак. Его исследования также не увенчались успехом. В 1969 г., том самом, когда люди высадились на Луне, американская автоматическая межпланетная станция «Маринер-7» передала на Землю фотографию, на которой случайно оказался Фобос, причем он был четко различим на фоне диска Марса. Более того, на фотографии была заметна тень Фобоса на поверхности Марса, и эта тень была не округлой, а вытянутой! Через два с лишним года Фобос и Деймос были специально сфотографированы станцией «Маринер-9». Были получены не только телеснимки с хорошим разрешением, но еще и первые результаты наблюдений при помощи инфракрасного радиометра и ультрафиолетового спектрометра.

«Маринер-9» подошел к спутникам на расстоянии 5000 км, поэтому на снимках различались объекты с поперечником в несколько сотен метров. Действительно, оказалось, что форма Фобоса и Деймоса чрезвычайно далека от правильной (круглой). Их форма напоминает вытянутую картофелину. Телеметрическая космотехника позволила уточнить размеры этих небесных тел, которые теперь уже существенным изменениям не подвергнутся. По новейшим данным большая полуось Фобоса составляет 13,5 км, а Деймоса – 7,5 км, малая же – соответственно 9,4 и 5,5 км. Поверхность спутников Марса оказалась крайне иссеченной: они практически все испещрены гребнями и кратерами, имеющими, очевидно, ударное происхождение. Вероятно, падение метеоритов на незащищенную атмосферой поверхность, продолжавшееся чрезвычайно долгое время, могло привести к такой её изборозженности. Представляет интерес еще одна черта топографии Фобоса.

Речь идет о каких-то загадочных бороздах, как бы нанесенных пахарем, неведомым, но очень аккуратным. При этом, хотя они и покрывают собой более половины поверхности спутника, все такие «гряды» сосредоточены только в одном районе Фобоса в северной его части.

Фобос вращается вокруг Марса по кольцевой орбите на расстоянии всего лишь 5920 км от поверхности планеты. За марсианские сутки (24 часа 37 минут) он успевает трижды облететь планету. По некоторым расчетам, Фобос почти вплотную приблизился к так называемому «пределу Роша», то есть к тому критическому расстоянию, на котором гравитационные силы разрывают спутник на части. Длина Фобоса – 27 км, ширина – 19 км. Развал и падение осколков такой гигантской «картофелины» вызовут страшные удары по Марсу и новое прокалывание его поверхности. Остатки атмосферы, конечно, будут сорваны и уйдут в космос в виде потока раскаленной плазмы.



Борозды на Фобосе.

Некоторые ученые полагают, что в прошлом Марс уже испытал нечто подобное. Вполне возможно, что у него был, по крайней мере, еще один спутник. Лучшее название для него было бы Танатос – Смерть. Танатос прошел через предел Роша, опередив гибнущий сейчас Фобос. Очень может быть, что именно эти обломки уничтожили на Марсе все живое. Они стерли с поверхности планеты растительную жизнь, уничтожили плотную кислородную атмосферу. При их падении произошло омагничивание коры Марса. Несколько последующих миллионов лет оказалось достаточно для того, чтобы Марс превратился в безжизненную пустыню с замерзшими морями и реками, засыпанными красным магнитным песком. Подобные или меньшие катаклизмы – вовсе не чудо в мире планет. Разве кто-нибудь на Земле сейчас помнит, что на месте гигантской пустыни Сахары всего-навсего 6 тысяч лет назад текли многоводные реки, шумели леса и кипела жизнь?

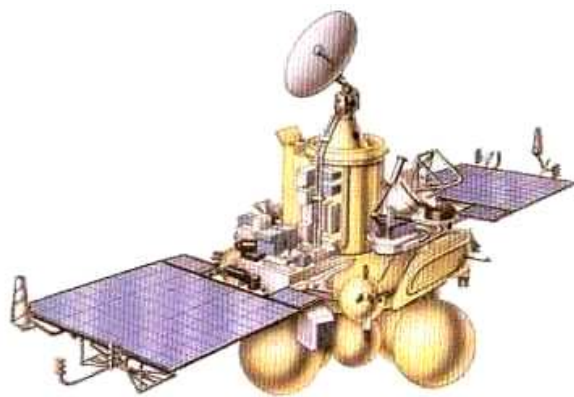
Есть предположение, что Фобос представляет собой искусственный объект, боевую космическую станцию, летящую над мертвой планетой, как вечное напоминание о случившейся миллионы лет назад космической войне! Но это лишь версия, не подтвержденная фактами, возникшая в результате проведенных в конце 70-х годов приборами американского исследовательского аппарата «Викинг», измерения Фобоса. В официальном отчете НАСА спутник выглядел не представляющим интереса куском скалы размерами 20\*23\*28 км. Только после тщательного анализа первых снимков поверхности Фобоса стали очевидными некоторые необычные детали. Почти на пределе фотографического разрешения исследователи обратили внимание на две цепочки кратеров, вытянутых в аккуратные линии. Астрономы объясняют такие линии кратеров вулканической деятельностью и приводят в качестве примера Луну. Согласно распространенной ныне теории, цепочки вулканических кратеров на спутниках планет протягиваются параллельно их орбитам. Фобос опровергал все теории и законы. Линии его кратеров расположились почти перпендикулярно траектории движения спутника.

Обнаружив кратеры, ученые оказались не в состоянии убедительно разрешить проблему их расположения. Получалось невероятное – либо на Фобосе существовала вулканическая активность, что было



очевидной нелепостью, принимая во внимание крошечные размеры спутника, либо метеориты по необъяснимой прихоти падали аккуратно один за другим, образуя на поверхности четкие линии. Еще в 1977 году после публикации в январском номере журнала «Астрономия», посвященной этой проблеме, американцы шутили: дескать, спутник подвергся бомбардировке... Через несколько лет космические специалисты воспринимали эту шутку уже без улыбки. Первым из серьезных ученых, пересмотревшим свои взгляды на Фобос, стал Иосиф Шкловский. Тогда, будучи членом-корреспондентом Академии наук СССР, он произвел расчеты скорости вращения Фобоса вокруг Марса и пришел к неожиданным выводам. Ученый искал возможное объяснение феномену сверхбыстрого снижения Фобоса к поверхности Марса. По какой-то причине скорость вращения спутника вокруг Марса слишком резко уменьшалась. Расчеты Шкловского однозначно показали: чтобы так резко притормаживаться верхними слоями атмосферы Марса, Фобос должен быть внутри полым. «А что, если Фобос является космической станцией невероятно больших по земным меркам размеров, созданные высокоразвитой марсианской цивилизацией с целью освоения космоса?» - подумал Шкловский. Какой размах творческой научной фантазии.

Как известно, в июле 1988 года СССР запустил к Марсу два автоматических аппарата - "Фобос-1" и "Фобос-2". Первый аппарат потерпел аварию еще на подлете к Красной планете. "Фобос-2" благополучно достиг цели, но 28 марта 1989 года при приближении со спутником Марса Фобосом связь с аппаратом прервалась. Перед тем, как замолкнуть, "Фобос-2" передал на Землю несколько загадочных изображений. Одно из них - памятная многим фотография эллипсообразной "тени" на поверхности Марса. По официальной версии, тень отбрасывал сам Фобос. Однако некоторые специалисты отнесли к этой версии весьма скептически, поскольку "тень" была видна и через инфракрасную камеру аппарата, регистрирующую тепловые объекты. А тень, по определению, не может быть теплой.



Космический аппарат «Фобос-2».

Помимо фотографии эллипсообразной тени существовал еще один засекреченный снимок, показывающий происшествие с "Фобосом-2" в новом свете. Именно об этом снимке рассказала в 1991 году на международной конференции уфологов Марина Попович. Оказывается, последним переданным "Фобосом-2" изображением был гигантский цилиндрический объект, висящий рядом с поверхностью Фобоса. Объект имел форму сигары длиной 20 километров и диаметром 1,5 километра (!). По мнению Марины Попович, сигарообразный космический корабль уничтожил аппарат, чтобы тот не смог произвести исследование спутника. Это произошло как раз в тот момент, когда исследовательскому аппарату предстояло сбросить на поверхность Фобоса измерительные приборы.

В 1998 году подозрение о том, что космическим миссиям по исследованию Марса и его спутников кто-то мешает, получило очередное подтверждение. 22 августа американский аппарат "Марс Обсервер", находящийся на орбите Красной планеты, по неизвестным причинам прекратил трансляцию. На исследованиях Марса можно

было поставить крест, если бы не две успешные миссии так называемых малобюджетных аппаратов НАСА "Марс Пасфайндер" и "Марс Глобал Сэрвейер". Последний в настоящее время находится на орбите Марса и составляет его подробные карты. Но по какому-то странному суевию НАСА пока не приступает к исследованию Фобоса. Означает ли это, что в США располагают некой информацией о спутнике, согласно которой сейчас было бы благоразумнее воздержаться от его исследований?

В 1945 году астроном Б. П. Шарплесс пришел к убеждению, что у Фобоса в его движениях вокруг Марса существует вековое ускорение. А это значило, что спутник движется все скорее по очень-очень пологой спирали, постепенно тормозясь и все ближе подходя к поверхности планеты. Подсчеты Шарплесса показали, что если ничего не изменится, то за какие-нибудь 15 миллионов лет заторможенный Фобос упадет на Марс и погибнет.

Но вот наступил космический век, и человечеству стали ближе проблемы астрономии. О процессах торможения искусственных спутников в атмосфере Земли узнали широкие массы. А так как атмосфера есть и у Марса (правда, очень разреженная), то не может ли она своим трением вызывать вековое ускорение Фобоса? В 1959 году И.С.Шкловский выполнил соответствующие вычисления и сделал вывод, вызвавший брожение как в умах ученых, так и в умах широкой публики.

То вековое ускорение, которое мы наблюдаем в условиях разреженной верхней атмосферы Марса, может быть объяснено, только если предположить у Фобоса очень малую плотность, такую малую, которая не позволила бы спутнику развалиться на куски, если он... **полый**. Тогда он, подобно воздушному шару, будет испытывать заметное сопротивление окружающей газовой среды. Как и подобает ученому, И. С. Шкловский не делал никаких безапелляционных утверждений; он и сам считал поставленный им вопрос "весьма радикальным и не совсем обычным" предположением. В итоге эта гипотеза, наделавшая в свое время столько шума, не подтвердилась.

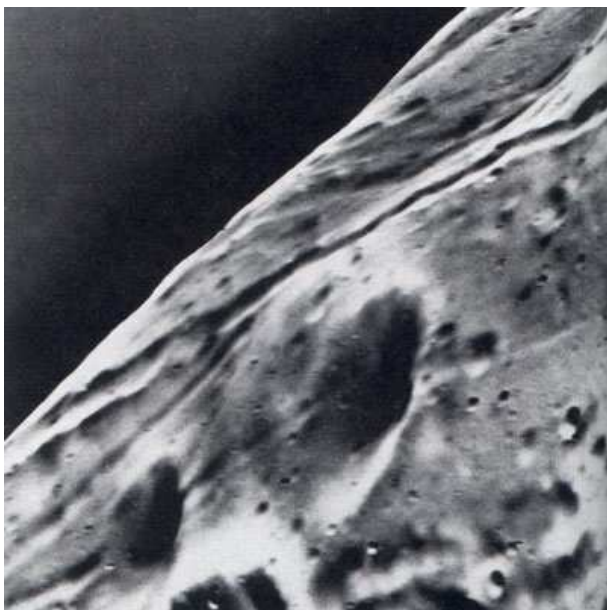
В 1973 году ленинградский ученый В. А. Шор и его коллеги в Институте теоретической астрономии АН СССР завершили обработку свыше пяти тысяч исчерпывающих по полноте данных, собранных почти за целый век со дня открытия Фобоса и Деймоса. Выяснилось, что Фобос все-таки ускоряется. Правда, значительно слабее, чем считал Шарплесс.

А раз ускорение есть, мы можем предсказать судьбу Фобоса: не более чем через 100 миллионов лет он так сблизится с Марсом, что пересечет гибельный предел Роша и будет растерзан приливными силами. Часть обломков спутника упадет на Марс, а часть, вероятно, представится нашим потомкам в виде красивого кольца, подобно тому, которым ныне славится Сатурн. Что касается Деймоса, то здесь ни у кого нет сомнений: вековым ускорением он не обладает.

Но вернемся к бороздам на Фобосе, которые тянутся на десятки километров, ширина их на разных участках колеблется от 100 до 200 м, глубина тоже неодинакова в различных местах. Как эти борозды образовались? Одни ученые во всем винили притяжение Марса, которое могло исказить лицо спутника такими морщинами. Но известно, что в начальную эпоху своего существования Фобос находился дальше от своего центрального тела, чем ныне. Лишь примерно один миллиард лет назад, постепенно сближаясь с Марсом, он стал реально ощущать его приливную силу. Следовательно, борозды могли возникнуть не раньше, а это противоречит данным, согласно которым возраст борозд много больше и, может быть, составляет 3 миллиарда лет. Кроме того, гравитационное воздействие Марса на Фобос продолжается и сегодня, значит, на его поверхности должны бы существовать совсем свежие борозды, однако их там нет.

Другие ученые считают, что борозды нанесены на поверхность спутника обломками породы, выброшенными из какого-то еще неизвестного крупного кратера. Но далеко не все ученые с этим согласились. Часть специалистов считает более правдоподобной другую гипотезу, согласно которой вначале была единая большая протолуна Марса. Потом этот "родитель" обоих "братьев" - Фобоса и Деймоса - раскололся на два нынешних спутника, и борозды

являются следами такого катаклизма. Анализ фотографий, присланных на Землю орбитальным отсеком "Викинга-2", на которых поверхности спутников Марса окрашены в темные цвета, показал, что такая окраска чаще всего бывает свойственна породам, содержащим много углеродистых веществ.



Поверхность Фобоса. Кратер в центре фотографии имеет радиус около 600 м.

Но в тех относительно близких областях Солнечной системы, где пролегал орбита Марса с его спутниками, углеродистые вещества в обильных количествах не образуются. Значит, Фобос и Деймос, скорее всего, именно "пришельцы", а не "коренные аборигены".

Если они, действительно, сформировались где-то в сравнительно далеком уголке Солнечной системы, то к моменту, когда их захватило поле тяготения Красной планеты, они, по всей видимости, представляли собой единое тело, которое потом раскололось на несколько обломков. Часть этих обломков упала на поверхность Марса, уничтожив все живое, часть ушла в космос, а два обломка стали достойными спутниками планеты.

Однако следует прислушаться и к оппонентам, отвергающим возникновение спутников Марса путем захвата ранее самостоятельного тела и его разлома.

Крупнейший космогонист академик О. Ю. Шмидт разработал в свое время гипотезу образования Солнечной системы, согласно которой планеты возникли путем аккреции (слипания) твердых и газообразных частиц, первоначально составляющих протопланетное облако. Советские последователи О. Ю. Шмидта считают, что и спутники планет образовывались аналогичным путем. Весомым подтверждением их правоты служит подробная математическая модель, показывающая, как именно могут происходить такие процессы. Захват же планетами особенно крупных небесных тел эти исследователи считают весьма маловероятным событием.

Кратеры на Фобосе и Деймосе по размерам чуть ли не равны самим спутникам. Значит, столкновения были для них катастрофическими событиями. Форма спутников очень неправильная: иначе как обломочной, ее не назовешь. Следовательно, Фобос и Деймос в принципе могут быть фрагментами некогда существовавшего более крупного тела. Удалось даже прикинуть приблизительные размеры этого тела. Если бы его радиус достигал примерно 400 км, то "бомбардировка" метеоритов не привела бы к его разрушению и вокруг Марса сегодня обращались бы тела размером не в десять-пятнадцать, а в сотни километров.

Есть и еще одна гипотеза, связанная с поясом астероидов. Не исключено, что в далекие времена какой-то астероид залетел в атмосферу Марса, затормозился ею и превратился в его спутник. Однако очень уж плотной должна была бы быть для этого марсианская атмосфера.

Сторонники противоречащих друг другу гипотез возникновения спутников Марса обладают весомыми аргументами, и дело времени решать, кто же из них прав.

Станции, посланные к Марсу, показали, что солнечный ветер не доходит до поверхности Марса, а натывается на преграду и начинает обтекать планету со всех сторон. Это обтекание начиналось то ближе к Марсу, то дальше от него (в зависимости от силы "нападающих" частиц и сопротивления "обороняющегося" магнитного поля планеты), но в среднем расстояние от центра планеты составляло около 4800 км. Дальнейшие исследования показали, что в определенной области около марсианского космического пространства скопление ионов в десять с лишним раз меньше, чем в других. Да и энергетический спектр этих заряженных частиц совсем иной. Странная область не оставалась на одном месте. Когда ее перемещения были исследованы, оказалось, что она движется вместе с Деймосом, все время, прячась за его спиной на расстоянии около 20 000 км. Советский астрофизик А. В. Богданов высказал предположение, что с поверхности Марса идет сильно выделение газов, которые взаимодействуют с окружающим его пространством. Когда Деймос проходит непосредственно между Марсом и Солнцем, область столкновения солнечного ветра с магнитосферой Марса удаляется от планеты, как будто "обороняющаяся" сторона, получив подкрепление, может отогнать "наступающих", и размер марсианской магнитосферы становится значительно больше. А ведь до сих пор считалось, что малые тела нашей Солнечной системы, такие, как, например, астероиды или небольшие спутники планет, подобные Деймосу, на мощный поток солнечного ветра воздействовать бессильны.

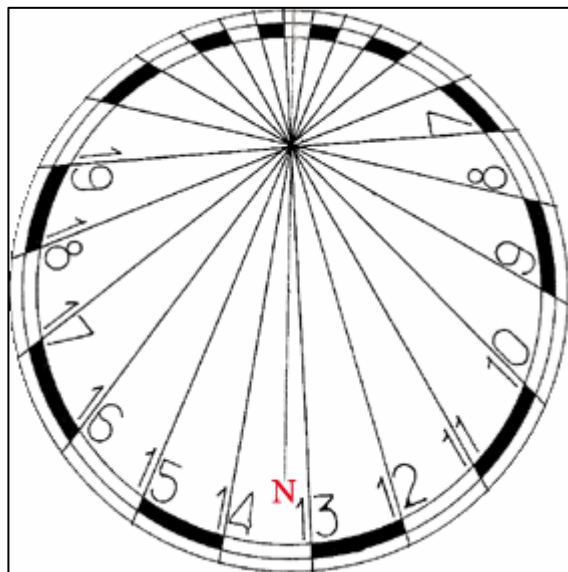
Еще одна странность, на которую обратили внимание исследователи спутников Марса: крупные кратеры, диаметр которых превышает 500 м, на Деймосе встречаются примерно так же часто, как и на Фобосе. А вот мелких кратеров, которыми Фобос просто усыпан, на Деймосе весьма мало. Дело в том, что поверхность Деймоса усеяна мелко раздробленными камнями и пылью, и мелкие кратеры засыпаны до краев, поэтому поверхность Деймоса выглядит более гладкой. Возникает вопрос: почему же никто, фигурально выражаясь, не засыпает котлованы на Фобосе? Существует гипотеза, что Фобос и Деймос подвергаются мощной метеоритной бомбардировке – ведь атмосферы, которая послужила бы надежным щитом, у них нет. При ударе метеоритного тела о поверхность Фобоса образующая пыль и мелкие камни в большей части улетают с его поверхности: сильное тяготение сравнительно близкого Марса "отбирает" их у спутника. А Деймос находится от планеты куда дальше, поэтому выброшенные при падении на его поверхность метеоритные камни и пыль в значительной мере зависают на орбите Деймоса. Возвращаясь в прежнюю точку орбиты, "Ужас" постепенно снова собирает осколки и пыль, они оседают на его поверхности и погребают над собой многие свежие кратеры и в первую очередь те, что помельче.

Верхний рыхлый слой Луны, Марса, его спутников, та часть их поверхности, которой на Земле соответствует почва, именуется реголитом. Теперь можно считать установленным, что реголит марсианских лун сходен с тем, что наблюдается на нашей "земной" Луне. Вообще-то присутствие реголита на Фобосе и Деймосе ученых сначала удивило. Ведь вторая космическая скорость, по достижении которой любой предмет уходит в межпланетное пространство, на таких мелких небесных телах составляет всего каких-нибудь 10 м/с. Поэтому при ударе метеорита любой булыжник становится здесь "космическим снарядом".

Подробные снимки Деймоса позволили обнаружить пока еще необъяснимый факт: оказывается, некоторые кратерные валы и примерно десятиметровые каменные глыбы, рассеянные по поверхности Деймоса, украшены длинным шлейфом. Эти шлейфы выглядят как довольно длинная полоса, образованная как бы выброшенным из глубины мелкозернистым материалом. Нечто подобное есть и на Марсе, но, кажется, там эти полосы выглядят несколько иначе. Во всяком случае, специалистам опять есть над чем поломать голову....

Мария Позднякова

## Горизонтальные солнечные часы



Человечество отсчитывает время по солнечным часам с незапамятных времён. Сложно сказать, кто и когда впервые предложил использовать Солнце (и тень от него) в качестве часовой стрелки. Одно очевидно - изобретение это было гениальным! Вот почему и сейчас - в век сверхточной механики, электроники и ядерных частиц - любителям астрономии весьма полезно изготовить хотя бы простейшие солнечные часы, стрелкой которых будет служить тень от самой близкой к нам звезды...

Как известно, существует три основных вида солнечных часов: экваториальные, вертикальные и горизонтальные. Экваториальные часы - самые простые. Плоскость их циферблата лежит в плоскости небесного экватора (то есть расположена под углом  $(90^\circ - f)$ , где  $f$  - географическая широта). Сам циферблат разделён на одинаковые углы из расчёта 1 час =  $15^\circ$ . Указателем может служить любой "штырёк", укрепленный в центре часов перпендикулярно их плоскости. Изготовить экваториальные солнечные часы несложно, но в северном полушарии они будут работать только тогда, когда склонение Солнца положительно (от весеннего равноденствия до осеннего). В зимний период придётся использовать нижнюю часть циферблата, что очень неудобно.

Вертикальные часы намного более изящны. Но и здесь имеется несколько "подводных камней". Во-первых, их математическая модель довольно сложна. Во-вторых, (и это главное!) для изготовления вертикальных солнечных часов нужно точно измерить азимут стены здания, где они будут прикреплены. Конечно, все трудности преодолимы, но на первом этапе я бы посоветовал собственноручно смастерить горизонтальные солнечные часы, которые удачно сочетают в себе точность, эффективность и простоту. Такие часы могут иметь различный размер: от переносных (10-20 см в диаметре), до стационарных (1-2 метра и более).

Итак, горизонтальные солнечные часы состоят из двух частей: 1) циферблата, расположенного в плоскости горизонта; 2) отбрасывающего тень указателя, который в простейшем случае представляет из себя треугольник, один из углов которого равен географической широте места установки. Плоскость указателя лежит в плоскости небесного меридиана (то есть расположена в направлении север - юг). При этом угол треугольника, равный широте места, должен указывать на север (полюс мира), а линии часов (и минут) на циферблате должны как бы "веером" расходиться от южной точки основания указателя. Теперь о градуировке циферблата. Если мы хотим, чтобы наши горизонтальные солнечные часы "показывали" то же самое время, что и обычные часы, поступаем следующим образом.

1) Рассчитываем момент истинного полудня. Это несложно сделать по формуле:

$$T(\text{пол}) = 12 + h - L + n + 1, \text{ где}$$

$T(\text{пол})$  - момент истинного полудня,  $h$  - уравнение времени (разница между средним солнечным и истинным солнечным временем),  $L$  - географическая долгота (выраженная в часовой мере),  $n$  - номер часового пояса,  $1$  - поправка за декретное время. В летний период придётся прибавить ещё один час (из-за перехода на "летнее время"). Что касается уравнения времени, то им, в принципе, можно пренебречь, поскольку в течение года оно изменяется от -16 минут (примерно 2 ноября) до +14 минут (около 11 февраля), обращаясь в нуль близ 15 апреля, 14 июня, 1 сентября и 24 декабря. Ну, а если вы хотите изготовить суперточные солнечные часы, то вам придётся рассчитать несколько циферблатов и менять их по мере изменения уравнения времени.

Например, для Вологды в летнее время ( $L=2\text{ч } 40\text{м}$ ,  $h=0$ ,  $n=3$ ) имеем:

$$T(\text{пол}) = 12 + 0 - (2\text{ч } 40\text{м}) + 3 + 1 = 13\text{ч } 20\text{м}$$

Именно в этот момент Солнце находится точно на юге и, соответственно, отбрасывает тень от указателя на север (N на рисунке). Значит, в полдень наши часы должны показать 13ч 20м. (В период действия зимнего времени - 12ч 20м).

2) Оцифровываем циферблат. Вооружимся калькулятором и воспользуемся следующей формулой:  $\text{tg}(a) = \sin(f) * \text{tg}(t)$ , где  $a$  - углы, на которые будет расчерчен циферблат,  $f$  - широта,  $t$  - интервал времени, выраженный, конечно, в градусной мере (из расчёта 1ч =  $15^\circ$ ). Например, мы хотим узнать, на каком угловом расстоянии от направления на север будет находиться отметка "13 часов". Несложно сообразить, что вместо  $t$  надо подставить 20 минут, выраженные в градусах и их долях. (Для этого делим 20 на 60 и умножаем на 15). После вычислений (подставляя точные значения широты для г. Вологды) получаем  $4,4^\circ$ . Именно такой угол нужно отложить от направления на север против часовой стрелки. После всех вычислений получаем таблицу (отрицательные углы для  $a$  указывают, что их нужно откладывать на циферблате по часовой стрелке). Разумеется, не следует рассчитывать данные для ночи...

Циферблат, расчерченный согласно приведённым вычислениям, можно видеть на рисунке (см. выше). Для небольших горизонтальных солнечных часов (диаметром около 15 см) часовой разметки вполне достаточно, так как минуты легко оценить на глаз, глядя на тень указателя. Более крупные часы потребуют дополнительных расчётов минут

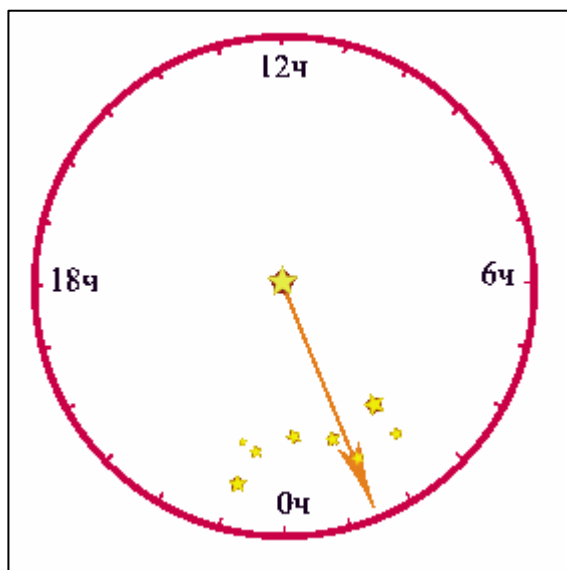


(или хотя бы четвертьчасовых отметок) - это также можно сделать по вышеприведённой формуле.

t	22ч	21ч	20ч	19ч	18ч	17ч
a	-134,2°	-118,4°	-101,5°	-84,1°	-66,9°	-50,7°
t	16ч	15ч	14ч	13ч	12ч	11ч
a	-35,7°	-21,7°	-8,5°	4,4°	17,5°	31,1°
t	10ч	9ч	8ч	7ч	6ч	5ч
a	45,8°	61,6°	78,5°	95,9°	113,1°	129,3°

Не забудьте, что в период действия зимнего времени числовые значения часов следует уменьшить на единицу. Например, вместо "13 часов" получим "12-ть", вместо "14-ти" - "13-ть" и так далее. Кстати, переносные горизонтальные солнечные часы можно использовать в качестве компаса. Для этого по обычным часам выставляем на нужное время наши солнечные часы: тогда треугольный указатель покажет направление север - юг, причём север будет там, где нарисованы отметки "12" и "13"...

## Звёздные часы



Если ясным днём время можно отсчитывать по Солнцу, то как быть ночью? Правильно! Нам помогут звёзды! Для настоящего любителя астрономии не составит большого труда определить время по характерному расположению звёзд в тот или иной сезон года. Но проще узнать который сейчас час по ориентации созвездия Большой Медведицы. Тем более, что в безоблачную погоду в средних и северных широтах "Небесный Ковш" никогда не опускается под горизонт. Представьте себе огромный небесный циферблат, в центре которого расположена Полярная звезда. Тогда созвездие Большой Медведицы станет гигантской космической стрелкой.

Обратите внимание (см. рис), что наш циферблат разделён не на 12 часов (как в обычных часах), а на 24 часа. При этом отметка "0ч" находится над точкой севера, отметка "12ч" - по другую сторону от Полярной звезды. Значения "6ч" и

"18ч" соответственно располагаются в восточном и западном направлениях. Иными словами, ход времени в звёздных часах отсчитывается против часовой стрелки, поскольку именно так "вращается" Большая Медведица, как, впрочем, и все остальные околополярные созвездия. Далее. Проводим прямую линию от Полярной звезды к звёздам "Дельта" (Мегрец) и "Гамма" (Фекда), украшающими левую сторону Ковша Большой Медведицы (см. рис). Стрелка укажет на точку осеннего равноденствия. (Нетрудно догадаться, что точка весеннего равноденствия будет находиться в диаметрально противоположном направлении, в котором, увы, нет звёзд Большой Медведицы).

Тогда цифры на нашем воображаемом небесном циферблате покажут так называемое звёздное время (часовой угол точки весеннего равноденствия). Так, на рисунке звёздное время получилось равным примерно 1 ч 30 м. Из сферической астрономии известно, что звёздное время (S) равно сумме прямого восхождения (R.A.) какого-либо небесного объекта (например, звезды, Луны, Солнца...) и его часового угла (t).

$$S = R.A. + t$$

Поскольку звёздное время нам уже известно, то каким-либо образом узнав прямое восхождение Солнца, мы сможем вычислить его часовой угол ( $t = S - R.A.$ ). Прибавив к полученному результату 12 часов, мы получим местное солнечное время. (После этого можно перейти к поясному времени). Но как узнать прямое восхождение Солнца??? Конечно, можно воспользоваться астрономическими календарями, где на каждый день приводятся экваториальные координаты Солнца. Лучше, однако, эти сведения "вычислить" самостоятельно - астрономический ежегодник не всегда бывает под рукой! На самом деле, если не гнаться за суперточностью, то узнать прямое восхождение Солнца для любой даты несложно.

Нужно лишь запомнить, что 21 марта (в день весеннего равноденствия) прямое восхождение Солнца равно 0ч, 22 июня (летнее солнцестояние) - 6ч, 23 сентября (осеннее равноденствие) - 12ч и 22 декабря (зимнее солнцестояние) - 18ч. Кроме того, запомните, что за сутки прямое восхождение Солнца увеличивается примерно на 4 минуты.

Итак, допустим, мы взглянули на звёздные часы и нашли звёздное время равным 1ч 30м. Пусть мы проводим наблюдения, скажем, 1 октября. От осеннего равноденствия прошло 8 дней и R.A. Солнца увеличилось на  $8 \times 4 = 32$  минуты и составляет 12 ч 32 м. Найденное значение, конечно, округлим до 12 ч 30 м. Находим часовой угол Солнца  $t = 1ч 30м - 12ч 30м = 25ч 30м - 12ч 30м = 13ч 00м$

Значит (прибавляем 12 часов), местное солнечное время равно 25 ч 00 м (или 1 ч 00 м). Предположим, мы наблюдаем в Вологде. Долгота этого города равна 2 ч 40 м. Вычитаем из 25 ч 00 м 2 ч 40 м, получаем 22 ч 20 м - именно таково в данный момент всемирное время. Переходим к поясному времени (прибавляем 3 часа) и вот он, долгожданный результат: *сейчас 1 ч 20 м!* Проверяем по подвижной карте звездного неба и убеждаемся, что мы не ошиблись...

**Александр Леушканов, г. Вологда**  
lavsoft@yandex.ru

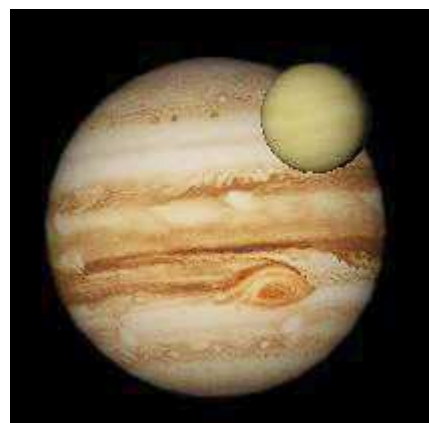
## Тесные сближения планет Солнечной системы

Ничто во Вселенной не стоит на месте. Любое тело, будь то планета, звезда, галактика или просто небольшой обломок, движутся относительно других тел. Наблюдатель, находясь на Земле, может наблюдать время от времени, как планеты Солнечной системы, двигаясь по своим орбитам, подходят близко друг к другу. Такое явление, когда прямое восхождение планет становится одинаковым, называется соединением. Это, конечно, не значит, что планеты и в пространстве сближаются друг с другом, просто они видны в одном направлении с Земли и это сближение кажущееся.



Соединения (сближения) планет происходят ежегодно. Различие между соединениями зависит от углового расстояния планет на небесной сфере. Это расстояние варьируется от нескольких угловых минут (секунд) до нескольких градусов. Такой разброс минимальных угловых расстояний связан с тем, что орбиты планет расположены не точно в плоскости эклиптики, а наклонены к ней под углом от 0,773 градуса у Урана до 7,005 градусов у Меркурия. У Плутона (теперь это карликовая планета) наклон плоскости орбиты самый большой (более 17 градусов), а наблюдаться планета может только в крупные телескопы. Если бы орбиты всех планет Солнечной системы лежали в одной плоскости, то покрытия планет друг другом происходили бы регулярно. В действительности такие покрытия очень редки, но сближения (даже очень близкие) доступны для наблюдений гораздо чаще.

Чем меньше угловое расстояние между планетами, тем интереснее наблюдать их сближение. Не каждый любитель астрономии может похвастать тем, что видел в поле зрения своего инструмента сразу две или даже три планеты! К тому же, если при этом отчетливо видны диски планет, и можно даже различить детали поверхности! Конечно, наиболее интересны те сближения, когда одна планета проходит по диску другой, т.е. фактически имеет место, как это принято сейчас говорить, транзит планеты. Это представляет собой замечательное зрелище. В отличие от обычных сближений до нескольких угловых минут, прямые соединения планет происходят раз в сто лет или реже. О некоторых прошлых соединениях и ближайших соединениях нынешнего века рассказывается ниже.

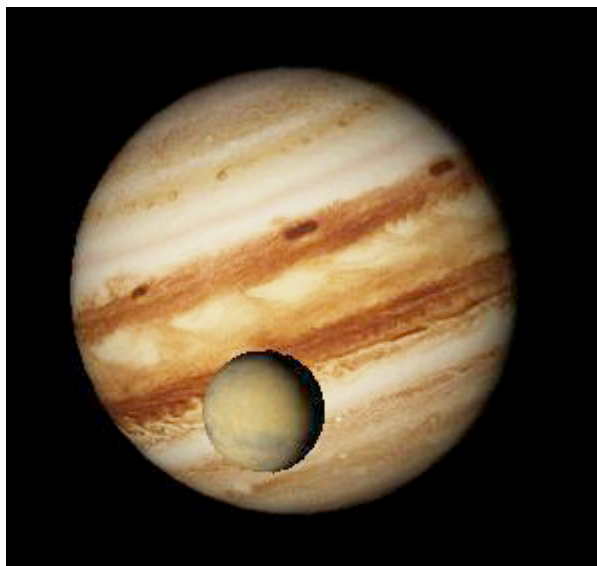


На рисунке показано замечательное соединение 4 января 1818 года, которое могли наблюдать жители восточных районов нашей страны на рассвете, вооружившись предварительно телескопом. Планета Венера проходила по диску Юпитера. Всего 15 минут потребовалось Венере, чтобы пересечь диск Юпитера. При наблюдении этого соединения, можно было видеть, как планеты движутся относительно друг друга и, глядя на это движение, ощущать величие Вселенной! Не менее интересно было соединение Венеры в фазе 0,5 и Юпитера 17 июня 2 года до нашей эры. Хотя никаких записей древних астрономов об этом соединении не сохранилось, но при помощи обычного планетария мы с вами легко можем увидеть, как это происходило.

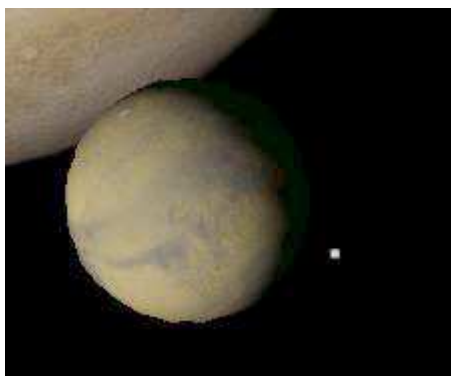


13 сентября 1170 года можно было наблюдать прохождение Марса по диску Юпитера. На этот раз Марсу потребовалось около часа чтобы «пройтись» по диску газового гиганта. Это соединение еще было интересно тем, что вместе с Марсом по диску Юпитера путешествовал спутник Фобос, который скрылся за Марсом, пройдя чуть более половины пути. К сожалению, тысячу лет назад никто на Земле не смог наблюдать этого замечательного явления, т.к. эра телескопических наблюдений наступила только через несколько сотен лет. Во время этого

соединения невооруженным глазом можно было наблюдать, как одна звезда в созвездии Тельца сливается с другой. Наблюдать это явление могли жители Европы (в утренние часы).



Поскольку прохождение одной планеты по диску другой очень редкое явление, в ближайшие полсотни лет жителям Земли не удастся увидеть даже касания планет. Ближайшее же прохождение одной планеты по диску другой ожидается 22 ноября 2065 года. В этот день вступят в соединение Венера и Юпитер. Середина явления приходится на 12 часов 47 минут по всемирному времени. Планеты будут всего в 8 градусах к западу от Солнца, но, поскольку обе планеты будут достаточно яркими, сближение можно будет наблюдать в телескоп даже на дневном небе. А непосредственно соединение на рассветном небе смогут наблюдать только жители тихоокеанских островов у берегов Южной Америки. Жителям Южной и Северной Америки придется довольствоваться наблюдениями на дневном небе. Расстояние между центрами планет составит около 14 секунд дуги. Ближайшее соединение, когда планета Марс пройдет по диску Юпитера, состоится 2 декабря 2223 года. Как это будет выглядеть, видно из рисунка.



Но оставим далекую перспективу и рассмотрим соединения 21 века. Если первая половина его бедна на тесные соединения, то во второй половине

нынешнего столетия касательные соединения планет будут происходить довольно часто. За тридцать лет (с 2065 по 2094 годы) на небе Земли произойдет 5 тесных соединений планет! Огорчает лишь то, что два соединения Меркурия с Юпитером будут происходить не более чем в 5 градусах от Солнца, поэтому будут практически не доступны наблюдениям. Вот эти соединения (время всемирное, указано расстояние между центрами планет в секундах дуги и элонгация на момент соединения):



15 июля 2067 г.  
11 часов 45 минут Меркурий-Нептун 10" 18°W



11 августа 2079 г.  
01 час 30 минут Меркурий-Марс 01" 11°W

Это покрытие Марса Меркурием достаточно интересно благодаря относительно большой элонгации. Кроме этого оба спутника Марса пройдут по касательной у обоих полюсов Меркурия!





27 октября 2088 г.  
13 часов 46 минут Меркурий-Юпитер 18" 5°W



7 апреля 2094 г.  
10 часов 46 минут Меркурий-Юпитер 06" 2°W

Тем не менее, чтобы увидеть очень близкое сближение, можно не ждать 2065 года. Такие сближения состоятся 23 августа 2032 года и 15 сентября 2037 года.



23 августа 2032 г.  
05 часов 25 минут Меркурий-Марс 13" 13° W



15 сентября 2037 г.  
22 часа 46 минут Меркурий-Сатурн 12" 15° W

Это уже более обозримый период времени, и эти явления могут увидеть многие из ныне живущих на Земле людей. В обоих описываемых ближайших явлениях это будет благоприятной видимостью Меркурия, но максимальное сближение на территории России можно будет наблюдать только на дневном небе.

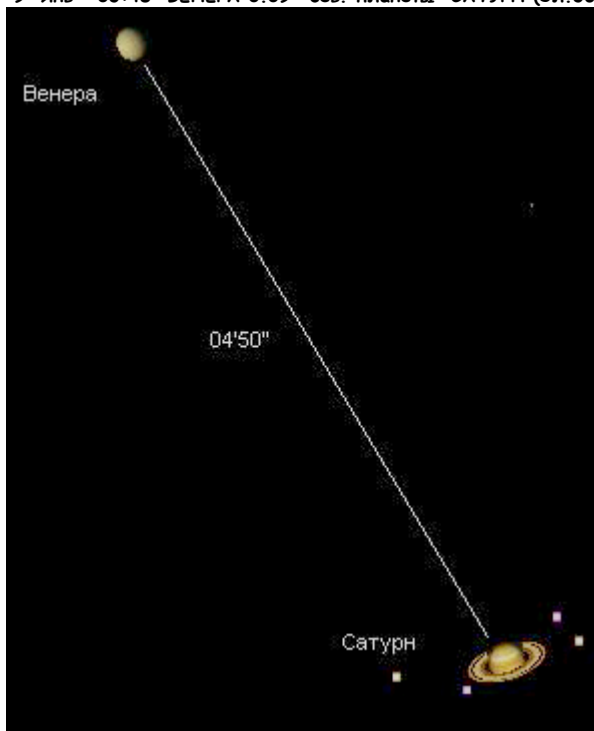
Ниже публикуется таблица соединений планет до 2023 года, т.е. на полтора десятка лет вперед. В таблицу включены соединения со сближением около 0,5 градусов и менее и с элонгацией от Солнца более 10 градусов. Включены, однако, несколько соединений и более 0,5 градуса, т.к. они имеют некоторую особенность (большие видимые диаметры планет и т.п.). Другие соединения, а таких гораздо больше, не учитывались.

#### Таблица сближений планет до 2023 года

В информационной строке указаны: число, месяц, всемирное время, планета 1, минимальное расстояние между планетами, планета 2 и элонгация.

2008	23 Янв	02:59	МЕРКУРИЙ	0.30°	сев. планеты	НЕПТУН	(Эл.19°)
2008	1 Фев	11:34	ВЕНЕРА	0.59°	сев. планеты	ЮПИТЕР	(Эл.32°)
2008	7 Март	01:16	ВЕНЕРА	0.57°	южн. планеты	НЕПТУН	(Эл.24°)
2008	10 Июль	18:46	МАРС	0.64°	южн. планеты	САТУРН	(Эл.47°)
2008	13 Авг	17:53	ВЕНЕРА	0.22°	южн. планеты	САТУРН	(Эл.18°)
2008	12 Сент	03:06	ВЕНЕРА	0.30°	сев. планеты	МАРС	(Эл.26°)
2009	17 Фев	16:35	МАРС	0.56°	южн. планеты	ЮПИТЕР	(Эл.19°)
2009	24 Фев	06:56	МЕРКУРИЙ	0.62°	южн. планеты	ЮПИТЕР	(Эл.24°)
2009	15 Апр	11:00	МАРС	0.43°	южн. планеты	УРАН	(Эл.31°)
2009	28 Май	18:26	ЮПИТЕР	0.39°	южн. планеты	НЕПТУН	(Эл.101°)
2009	9 Июль	12:57	ЮПИТЕР	0.56°	южн. планеты	НЕПТУН	(Эл.141°)
2009	8 Окт	07:21	МЕРКУРИЙ	0.31°	южн. планеты	САТУРН	(Эл.18°)
2009	13 Окт	11:38	ВЕНЕРА	0.51°	южн. планеты	САТУРН	(Эл.22°)
2010	21 Дек	15:26	ЮПИТЕР	0.52°	южн. планеты	НЕПТУН	(Эл.54°)
2010	17 Фев	02:18	ВЕНЕРА	0.54°	южн. планеты	ЮПИТЕР	(Эл.9°)

8 Июнь 11:54 ЮПИТЕР 0.44° южн. планеты УРАН (Эл.77°)  
2011  
4 Янв 12:47 ЮПИТЕР 0.52° южн. планеты УРАН (Эл.73°)  
2011  
9 Март 16:05 МЕРКУРИЙ 0.33° сев. планеты УРАН (Эл.11°)  
27 Март 03:24 ВЕНЕРА 0.15° южн. планеты НЕПТУН (Эл.36°)  
2011  
1 Май 05:21 МАРС 0.36° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.18°)  
11 Май 15:42 ВЕНЕРА 0.57° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.26°)  
2012  
10 Фев 02:30 ВЕНЕРА 0.30° сев. планеты УРАН (Эл.41°)  
2012  
27 Ноя 01:00 ВЕНЕРА 0.53° южн. планеты САТУРН (Эл.29°)  
2013  
4 Фев 22:01 МАРС 0.40° южн. планеты НЕПТУН (Эл.16°)  
6 Фев 23:27 МЕРКУРИЙ 0.41° южн. планеты НЕПТУН (Эл.14°)  
8 Фев 17:53 МЕРКУРИЙ 0.26° сев. планеты МАРС (Эл.15°)  
2013  
22 Март 18:18 МАРС 0.01° сев. планеты УРАН (Эл.6°)  
2013  
22 Июль 08:37 МАРС 0.78° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.24°)  
2013  
26 Ноя 01:27 МЕРКУРИЙ 0.31° южн. планеты САТУРН (Эл.18°)  
2014  
12 Апр 04:13 ВЕНЕРА 0.66° сев. планеты НЕПТУН (Эл.45°)  
2014  
18 Авг 06:22 ВЕНЕРА 0.20° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.18°)  
2015  
20 Янв 01:30 МАРС 0.21° южн. планеты НЕПТУН (Эл.36°)  
2015  
22 Фев 05:12 ВЕНЕРА 0.41° южн. планеты МАРС (Эл.28°)  
2015  
4 Март 18:48 ВЕНЕРА 0.09° сев. планеты УРАН (Эл.31°)  
11 Март 16:10 МАРС 0.26° сев. планеты УРАН (Эл.24°)  
2015  
1 Июль 08:51 ВЕНЕРА 0.35° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.42°)  
16 Июль 05:14 МЕРКУРИЙ 0.14° южн. планеты МАРС (Эл.9°)  
2015  
7 Авг 08:07 МЕРКУРИЙ 0.53° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.15°)  
2015  
17 Окт 23:41 МАРС 0.38° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.40°)  
2015  
3 Ноя 01:01 ВЕНЕРА 0.69° южн. планеты МАРС (Эл.46°)  
2016  
9 Янв 03:48 ВЕНЕРА 0.09° сев. планеты САТУРН (Эл.36°)



2016  
20 Март 18:47 ВЕНЕРА 0.49° южн. планеты НЕПТУН (Эл.20°)  
2016  
16 Июль 22:57 МЕРКУРИЙ 0.51° сев. планеты ВЕНЕРА (Эл.11°)  
2016  
27 Авг 23:31 ВЕНЕРА 0.07° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.22°)  
2017  
1 Янв 08:49 МАРС 0.02° южн. планеты НЕПТУН (Эл.59°)  
12 Янв 23:20 ВЕНЕРА 0.37° сев. планеты НЕПТУН (Эл.47°)  
2017  
27 Фев 00:20 МАРС 0.57° сев. планеты УРАН (Эл.43°)  
2017  
28 Апр 15:51 МЕРКУРИЙ 0.11° южн. планеты УРАН (Эл.13°)  
2017  
16 Сент 20:01 МЕРКУРИЙ 0.06° сев. планеты МАРС (Эл.17°)  
2017  
5 Окт 17:55 ВЕНЕРА 0.21° сев. планеты МАРС (Эл.23°)  
2017  
13 Ноя 08:22 ВЕНЕРА 0.26° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.14°)  
2018  
7 Янв 00:55 МАРС 0.20° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.59°)  
13 Янв 06:49 МЕРКУРИЙ 0.64° южн. планеты САТУРН (Эл.20°)  
2018  
21 Фев 20:01 ВЕНЕРА 0.54° южн. планеты НЕПТУН (Эл.10°)  
2018  
29 Март 01:49 ВЕНЕРА 0.07° южн. планеты УРАН (Эл.19°)  
2018  
7 Дек 16:53 МАРС 0.04° сев. планеты НЕПТУН (Эл.88°)  
21 Дек 17:41 МЕРКУРИЙ 0.84° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.20°)  
2019  
2 Апр 15:00 МЕРКУРИЙ 0.40° сев. планеты НЕПТУН (Эл.25°)  
10 Апр 08:40 ВЕНЕРА 0.29° южн. планеты НЕПТУН (Эл.33°)  
2019  
18 Июнь 17:05 МЕРКУРИЙ 0.23° сев. планеты МАРС (Эл.24°)  
2020  
27 Янв 21:27 ВЕНЕРА 0.06° южн. планеты НЕПТУН (Эл.40°)  
2020  
20 Март 11:29 МАРС 0.71° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.68°)  
2020  
21 Дек 20:45 ЮПИТЕР 0.10° южн. планеты САТУРН (Эл.30°)  
2021  
6 Фев 07:16 ВЕНЕРА 0.38° южн. планеты САТУРН (Эл.12°)  
11 Фев 14:52 ВЕНЕРА 0.43° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.11°)  
2021  
5 Март 03:17 МЕРКУРИЙ 0.34° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.27°)  
2021  
29 Май 06:13 МЕРКУРИЙ 0.41° южн. планеты ВЕНЕРА (Эл.17°)  
2021  
13 Июль 14:34 ВЕНЕРА 0.47° сев. планеты МАРС (Эл.28°)  
2021  
19 Авг 04:28 МЕРКУРИЙ 0.07° южн. планеты МАРС (Эл.16°)  
2022  
2 Март 16:48 МЕРКУРИЙ 0.67° южн. планеты САТУРН (Эл.23°)  
2022  
5 Апр 03:25 МАРС 0.30° южн. планеты САТУРН (Эл.53°)  
12 Апр 22:32 ЮПИТЕР 0.10° сев. планеты НЕПТУН (Эл.29°)  
27 Апр 21:21 ВЕНЕРА 0.01° южн. планеты НЕПТУН (Эл.43°)  
30 Апр 22:12 ВЕНЕРА 0.23° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.43°)  
2022  
18 Май 09:17 МАРС 0.52° южн. планеты НЕПТУН (Эл.62°)  
29 Май 11:27 МАРС 0.58° южн. планеты ЮПИТЕР (Эл.65°)  
2023  
22 Янв 22:29 ВЕНЕРА 0.34° южн. планеты САТУРН (Эл.22°)  
2023  
15 Фев 13:18 ВЕНЕРА 0.01° южн. планеты НЕПТУН (Эл.28°)  
2023  
2 Март 05:36 ВЕНЕРА 0.49° сев. планеты ЮПИТЕР (Эл.31°)  
2 Март 14:45 МЕРКУРИЙ 0.87° южн. планеты САТУРН (Эл.12°)  
2024  
27 Янв 14:56 МЕРКУРИЙ 0.25° сев. планеты МАРС (Эл.20°)

Изображения соединений - StarryNightBackyard 3.1

Козловский Александр

## Экскурсия в обсерваторию физического факультета Московского Педагогического Университета



Купол обсерватории

5 апреля этого года, члены АГО в рамках программы изучения обсерваторий Москвы, разработанной Юрием Соломоновым, посетили, четвертую по счёту обсерваторию в Москве, которая находится в здании физического факультета Московского Педагогического Университета, недалеко от метро Спортивная (тримя другими были: ДК ЗИЛ, Краснопресненская обсерватория и ДТ на Миуссах). В экскурсии принимали участие 6 человек.



Инструменты в кабинете астрономии

Перед тем, как попасть в обсерваторию нам показали кабинет астрономии. Там стоит достаточно старый телескоп, небесная сфера. На стенах висят астрономические карты, а рядом с кабинетом стоит интересный глобус Луны.



Телескоп Цейсс-135

Главный инструмент обсерватории - 135мм рефрактор фирмы Цейсс с 2000мм фокусом - расположен под металлическим куполом, который хорошо виден с улицы 10-летия Октября. Для наблюдения Луны, планет и двойных звёзд, даже в городских условиях этот телескоп является наиболее подходящим. Аналогичные инструменты стоят в ДТ на Миуссах и на Воробьёвых горах. Правда, в первой из них, от телескопа осталась лишь основа без оптики, о чём ранее сообщалось на сайте МОЛА. Второй телескоп находится в рабочем состоянии. Что же касается телескопа на Физфаке, то он в неплохом рабочем состоянии. На нём иногда проводятся демонстрационные наблюдения Луны и планет для студентов университета. Рядом с телескопом стоит маленький «Мицар», тоже в хорошем состоянии. Как сказал профессор В.М. Чаругин, раньше обсерватория университета имела в своём распоряжении и радиотелескоп, на котором велись наблюдения Солнца.

Купол телескопа находится в сравнительно неплохом состоянии, хотя створки плохо закрываются. Но, как отметил член АГО Алексей Пронин, это связано с тем, что на смазку подшипников механизма за всё время использования данного купола налипла грязь, которую надо очистить с подшипников и тогда створки будут нормально закрываться. Вращается купол нормально, а вот стенки башни нуждаются в подкраске. Хуже дела обстоят с площадкой, где стоит купол и с которой открывается великолепный вид на здание МГУ, Новодевичий монастырь и Шуховскую телебашню. Ограда с двух краёв находится в плохом состоянии, она шатается, поэтому администрация университета старается не допускать туда без сопровождения наблюдателей. Восстановить ограду можно двумя способами - заново залить асфальтом площадку обсерватории или установить новую ограду на асфальт старой площадки. Остаётся единственная проблема решить финансовую сторону этого дела. Но у университета для этого нет средств. Если же каким-то чудесным образом деньги всё же найдутся, то на телескопе можно будет организовать регулярные демонстрационные наблюдения Луны, планет и двойных звёзд. Причём не только для студентов, но и для школьников окрестных районов и желающих любителей астрономии. Есть и ещё одно назначение для этого телескопа, в области экологии - это изучения темноты неба. Есть такой экологический эффект, связанный с полётами самолётов и земной атмосферой. Работы в этом направлении ведутся и в США, и в Европе. В России пока этой проблемой на уровне наблюдений никто не занимается. И в этом отношении обсерватория Физфака Педагогического университета может стать первой.

Автор выражает благодарность зав. обсерваторией кандидату физ.-мат. наук Розгачевой Ирине Кирилловне за организацию экскурсии и показ инструмента.

**Юрий Соломонов,**  
председатель Московского отделения АГО



## ИЮНЬ – 2007



## Обзор месяца

Основными астрономическими событиями июня являются: 2 июня - Меркурий в вечерней (восточной) элонгации, 5 июня - Юпитер в противостоянии с Солнцем, 9 июня - Венера в вечерней (восточной) элонгации, 18 июня - покрытие Венеры Луной, 19 июня - покрытие Сатурна Луной, 21 июня - летнее солнцестояние. Дневное светило движется по созвездию Тельца, 22 июня переходя в созвездие Близнецов и оставаясь в нем до конца месяца. Солнце достигает северной вершины эклиптики - точки летнего солнцестояния, и наступают самые длинные дни и самые короткие ночи в северном полушарии Земли. Долгота дня также достигает максимума (17 часов 36 минут на широте Москвы). Полуденная высота Солнца на широте Москвы в течение месяца придерживается значения 57 градусов. Июнь - месяц самых светлых ночей в году. В средних широтах вечерние и утренние астрономические сумерки сливаются друг с другом. А чем выше широта места наблюдения, тем светлее ночное небо. В С.-Петербурге и выше к северу наступают белые ночи, а за полярным кругом Солнце не заходит за горизонт. Первый летний месяц - самый благоприятный период для наблюдений Солнца в северном полушарии Земли. На поверхности дневного светила даже в небольшой телескоп легко обнаружить пятна, перемещение которых заметно при наблюдении в течение нескольких дней. Регулярное отслеживание их появления позволяет судить о солнечной активности. Но нужно помнить, что **при наблюдениях Солнца в обычный бинокль или телескоп нужно обязательно (!) использовать солнечный фильтр из темного стекла или иного специального материала.** Темное звездное небо в июне доступно только в самых южных районах страны, где разрыв между астрономическими сумерками достигает нескольких часов, поэтому наблюдать туманные небесные объекты в полной мере, можно только на юге. Самые яркие туманности будут доступны и в средних широтах, а на широте С.-Петербурга и севернее (до полярного круга) удастся наблюдать лишь Луну и яркие планеты. Луна начнет свой путь по июньскому небу в созвездии Скорпиона, а закончит - в созвездии Стрельца. Утром 1 июня она будет находиться в  $1,5^\circ$  южнее Антареса (альфа Скорпиона) в фазе полнолуния. В десятке градусов выше Луны в это утро расположится Юпитер. Продолжив свой путь по южным созвездиям, ночное светило 7 июня приблизится с Нептуном, а 9 июня - с Ураном. 11 июня стареющий месяц пройдет в 4 градусах севернее Марса, уменьшив к этому времени свою фазу до 0,23. В начале второй половины июня Луна вступит в фазу новолуния, но ее отсутствие не скажется особо на наблюдениях светлого ночного неба. 16 июня Луна пройдет севернее Меркурия, а затем начнутся самые интересные явления месяца и наиболее благоприятный период для наблюдений нашей небесной соседки. С интервалом в один день произойдут покрытия Венеры и Сатурна, которые хорошо будут видны на территории России. Из ярких планет самой доступной будет, конечно, Венера, блеск которой максимален. Она видна днем даже невооруженным глазом. Другие яркие планеты можно найти в дневное время в бинокль или телескоп. Венера, по-прежнему, является Вечерней Звездой, а ее видимость в сумеречное время составит 2,5 часа в начале месяца и около 1 часа - в конце (в средних широтах). 14 июня планета пройдет в 1 градусе севернее

известного звездного скопления Ясли в созвездии Рака, а в самом конце месяца приблизится с Сатурном до такого же углового расстояния. 18 июня Венера покроется Луной при фазе 0,15, при чем сама планета будет иметь фазу 0,44. Не смотря на дневное время, благодаря яркости Венеры и Луны, **это покрытие хорошо будет видно на всей Европейской территории России!** Во время явления светила будут находиться высоко на юго-западе в 45 градусах к востоку от Солнца. Меркурий в начале месяца приблизится до 1 градуса со звездным скоплением М35 в созвездии Близнецов, и, вступив в вечернюю элонгацию, начнет сближение с Солнцем, в нижнее соединение с которым вступит в самом конце месяца. Наблюдать планету можно будет на фоне вечерней зари первую половину месяца. Марс виден в утренние часы, а Юпитер всю ночь, т.к. в начале месяца вступает в противостояние с Солнцем в созвездии Змееносца. Марс находится достаточно низко над горизонтом (в созвездии Рыб), и условия его наблюдений нельзя назвать благоприятными. Сатурн, по-прежнему, находится в созвездии Льва и имеет вечернюю видимость. Покрытие Сатурна Луной будет наблюдаться также на дневном небе на территории России к востоку от Урала. Это явление - один из немногих шансов отыскать Сатурн днем. У оставшихся двух планет, которые видны в бинокль (Уран и Нептун), продолжается утренняя видимость. Отыскать их можно на сумеречном небе в созвездиях Водолея и Козерога. Хвостатыми гостями июня месяца, доступными для любительских средств, станут периодическая комета Энке и новая комета Lovejoy (C/2007 E2), открытая в марте месяца австралийским любителем астрономии. В течение месяца первая из них пройдет по созвездиям Кита, Орла, Скульптора и Южной Рыбы, сблизившись с Фомальгаутом (альфа Южной Рыбы) 22 июня. Вторая комета первую половину месяца будет двигаться по созвездию Дракона, а затем перейдет в созвездие Большой Медведицы. Расчетный блеск обеих комет в начале месяца примет значение 10m, а к концу июня ослабнет до 12,5m, поэтому, хотя условия наблюдений их будут достаточно хороши, но для обнаружения небесных странниц нужны будут крупные любительские инструменты. Особенно хорошо будет видна комета Lovejoy (C/2007 E2), которая является незаходящим светилом вплоть до  $30^\circ$  южной широты. Из малых планет (астероидов) на небесной сфере июня будут находиться всего 3 небесных тела до 10m, но зато астероид Веста в начале месяца достигнет блеска 5,4m, и будет доступен невооруженному глазу до конца месяца. Конечно, лучшие условия для наблюдений этого астероида без оптических инструментов будут на юге. В начале месяца Веста будет находиться в созвездии Змееносца, а две следующие декады - в созвездии Скорпиона (в десятке градусов северо-западнее Юпитера). Малая планета Церера видна на утреннем небе, но условия ее наблюдений достаточно благоприятны лишь в южных районах страны. Еще один астероид - Геба - в начале июня будет иметь блеск слабее 10m, но, начиная со второй декады, превзойдет эту величину. Для его поисков нужно будет воспользоваться подробной звездной картой, имеющейся в приложении к данному КН. В течение месяца (14 и 29 июня) возможны покрытия звезд астероидами. Максимум блеска достигнут несколько долгопериодических переменных звезд: R Орла (6 июня), R Рыси (13 июня), X Змееносца (14 июня), T Цefeя (17 июня). Все они (кроме R Рыси) превзойдут в блеске порог видимости невооруженным глазом, т.е. при благоприятных условиях могут быть найдены без оптических средств. Из метеорных потоков внимания достойны Июньские Боотиды. В максимуме действия потока (27 июня) иногда происходят всплески до 100 метеоров в час, как это было в 1998 году. На 2007 г. всплески активности не предсказаны, однако приближение Луны ко второму полнолунью июня, которое должно произойти 30 числа, создаст проблемы при наблюдении потока в пике активности, т.е. около 20 часов UT 27 июня. Луна зайдет в 1 - 2 часа ночи по местному времени, тогда как радиант находится на полезной высоте практически на протяжении всей ночи. Ясного неба и успешных наблюдений!

Эфемериды небесных тел - в КН № 6 за 2007 год.

Александр Козловский

1 АНДРОМЕДА (Andromeda)	$\delta$	-	Аува		
$\alpha$	-	Альферац	Винде-Миатрикс		
$\beta$	-	Мирах	Хезе		
$\gamma$	-	Аламак	17 ДЕЛЬФИН (Delphinus)		
2 БЛИЗНЕЦЫ (Gemini)	$\alpha$	-	Суалоцин		
$\alpha$	-	Кастор	$\beta$	-	Ротанев
$\beta$	-	Поллукс	18 ДРАКОН (Draco)		
$\gamma$	-	Альхена	$\alpha$	-	Тубан
$\delta$	-	Вазад	$\beta$	-	Растабан
$\varepsilon$	-	Мебсута	$\gamma$	-	Этамин
$\zeta$	-	Мекбуда	$\delta$	-	Альтаис
$\eta$	-	Пропус	19 ЕДИНОРОГ (Monoceros)		
3 БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА (Ursa Major)	20 ЖЕРТВЕННИК (Ara)				
$\alpha$	-	Дубхе	21 ЖИВОПИСЕЦ (Pictor)		
$\beta$	-	Мерак	22 ЖИРАФ (Camelopardalis)		
$\gamma$	-	Фекда	23 ЖУРАВЛЬ (Grus)		
$\delta$	-	Мегрец	$\alpha$	-	Альнаир
$\varepsilon$	-	Алиот	$\gamma$	-	Альданаб
$\zeta$	-	Мицар (g – Алькор)	24 ЗАЯЦ (Lepus)		
$\eta$	-	Бенеташ	$\alpha$	-	Арнеб
4 БОЛЬШОЙ ПЕС (Canis Major)	$\beta$	-	Нихаль		
$\alpha$	-	Сириус	25 ЗМЕЕНОСЕЦ (Ophiuchus)		
$\beta$	-	Мирзам	$\alpha$	-	Расальхаг
$\delta$	-	Везен	$\beta$	-	Цельбалрай
$\varepsilon$	-	Адара	$\eta$	-	Сабик
$\zeta$	-	Фуруд	26 ЗМЕЯ (Serpens)		
$\eta$	-	Алудра	$\alpha$	-	Унук аль Хай (Кор Серпентис)
5 ВЕСЫ (Libra)	27 ЗОЛОТАЯ РЫБА (Dorado)				
$\alpha$	-	Зубенеш	28 ИНДЕЕЦ (Indus)		
$\beta$	-	Зубен ель Генуби	29 КАССИОПЕЯ (Cassiopeia)		
6 ВОДОЛЕЙ (Aquarius)	$\alpha$	-	Шедар		
$\alpha$	-	Садалмелик	$\beta$	-	Каф
$\beta$	-	Садалсууд	$\delta$	-	Рукба
$\delta$	-	Скат	$\varepsilon$	-	Сегин
$\varepsilon$	-	Альбали	30 КЕНТАВР (Centaurus)		
7 ВОЗНИЧИЙ (Auriga)	$\alpha^A$	-	Толиман (Ригль Центаурус)		
$\alpha$	-	Капелла	$\alpha^B$	-	Проксима (Ближайшая)
$\beta$	-	Менкалинан	$\beta$	-	Хадар
8 ВОЛК (Lupus)	$\theta$	-	Менкент		
$\alpha$	-	Мен	31 КИЛЬ (Carina)		
9 ВОЛОПАС (Bootes)	$\alpha$	-	Канопус		
$\alpha$	-	Арктур	$\beta$	-	Миаплацидус
$\eta$	-	Муффрид	$\varepsilon$	-	Авиор
10 ВОЛОСЫ ВЕРОНИКИ (Coma Berenices)	32 КИТ (Cetus)				
11 ВОРОН (Corvus)	$\alpha$	-	Менкар		
$\alpha$	-	Альчиба	$\beta$	-	Дифда (Денеб Кайтос)
$\beta$	-	Крац	$\gamma$	-	Каффалидма
$\gamma$	-	Гиена	$\zeta$	-	Батен Кайтос
$\delta$	-	Альгораб	$\iota$	-	Денеб аль Шемали
$\varepsilon$	-	Минкар	$\theta$	-	Мира
12 ГЕРКУЛЕС (Hercules)	33 КОЗЕРОГ (Capricornus)				
$\alpha$	-	Рас Альгети	$\alpha$	-	Алгеди
$\beta$	-	Корнефорос	$\beta$	-	Дабих
$\delta$	-	Сарин	$\gamma$	-	Нашира
13 ГИДРА (Hydra)	$\delta$	-	Денеб Алгеди		
$\alpha$	-	Альфарад	34 КОМПАС (Pyxis)		
14 ГОЛУБЬ (Columba)	35 КОРМА (Puppis)				
$\alpha$	-	Факт	$\zeta$	-	Наос
15 ГОНЧИЕ ПСЫ (Canes Venatici)	36 ЛЕБЕДЬ (Cygnus)				
$\alpha$	-	Кор Кароли (Сердце Карла)	$\alpha$	-	Денеб
$\beta$	-	Чара (Астерион)	$\beta$	-	Альбирео
16 ДЕВА (Virgo)	$\gamma$	-	Садр		
$\alpha$	-	Спика	$\varepsilon$	-	Гиенах
$\beta$	-	Альараф	37 ЛЕВ (Leo)		
$\gamma$	-	Поррима	$\alpha$	-	Регул
			$\beta$	-	Денебола
			$\gamma$	-	Альгиеба

$\delta$	-	<i>Зосма</i>	61 РЫБЫ (Pisces)		
38 ЛЕТУЧАЯ РЫБА (Volans)			$\alpha$	-	<i>Альриша</i>
39 ЛИРА (Lyra)			62 РЫСЬ (Lynx)		
$\alpha$	-	<i>Вега</i>	63 СЕВЕРНАЯ КОРОНА (Corona Borealis)		
$\beta$	-	<i>Шелиак</i>	$\alpha$	-	<i>Альфекка (Гемма)</i>
$\gamma$	-	<i>Сулафат</i>	$\beta$	-	<i>Нусакан</i>
40 ЛИСИЧКА (Vilpecula)			64 СЕКСТАНТ (Sextans)		
41 МАЛАЯ МЕДВЕДИЦА (Ursa Minor)			65 СЕТКА (Reticulum)		
$\alpha$	-	<i>Полярная</i>	66 СКОРПИОН (Scorpius)		
$\beta$	-	<i>Кохаб</i>	$\alpha$	-	<i>Антарес</i>
$\gamma$	-	<i>Феркад</i>	$\beta$	-	<i>Акраб</i>
$\delta$	-	<i>Йилдун</i>	$\delta$	-	<i>Джубба</i>
42 МАЛЫЙ КОНЬ (Equuleus)			$\theta$	-	<i>Саргас</i>
$\alpha$	-	<i>Китальфа</i>	$\lambda$	-	<i>Шаула</i>
43 МАЛЫЙ ЛЕВ (Leo Minor)			67 СКУЛЬПТОР (Sculptor)		
44 МАЛЫЙ ПЕС (Canis Minor)			68 СТОЛОВАЯ ГОРА (Mensa)		
$\alpha$	-	<i>Процион</i>	69 СТРЕЛА (Sagitta)		
$\beta$	-	<i>Гомейса</i>	70 СТРЕЛЕЦ (Sagittarius)		
45 МИКРОСКОП			$\delta$	-	<i>Каус Меридионалис</i>
46 МУХА (Musca)			$\varepsilon$	-	<i>Каус Аустралис</i>
47 НАСОС (Antila)			$\zeta$	-	<i>Асцелла</i>
48 НАУГОЛЬНИК (Norma)			$\lambda$	-	<i>Каус Бореалис</i>
49 ОВЕН (Aries)			$\sigma$	-	<i>Нунки</i>
$\alpha$	-	<i>Гамаль</i>	71 ТЕЛЕСКОП (Telescopium)		
$\beta$	-	<i>Шератан</i>	72 ТЕЛЕЦ (Taurus)		
$\gamma$	-	<i>Месартхим</i>	$\alpha$	-	<i>Альдебаран</i>
$\delta$	-	<i>Ботейн</i>	$\beta$	-	<i>Нат</i>
50 ОКТАНТ (Octant)			$\eta$	-	<i>Альциона</i>
51 ОРЕЛ (Aquila)			$\varrho$	-	<i>Тайгета</i>
$\alpha$	-	<i>Альтаир</i>	17	-	<i>Электра</i>
$\beta$	-	<i>Альшаин</i>	20	-	<i>Майя</i>
$\gamma$	-	<i>Таразед</i>	27	-	<i>Атлас</i>
52 ОРИОН (Orion)			73 ТРЕУГОЛЬНИК (Triangulum)		
$\alpha$	-	<i>Бетельгейзе</i>	74 ТУКАН (Tucana)		
$\beta$	-	<i>Ригель</i>	75 ФЕНИКС (Phoenix)		
$\gamma$	-	<i>Беллатрикс</i>	$\alpha$	-	<i>Анкаа</i>
$\delta$	-	<i>Минтака</i>	76 ХАМЕЛЕОН (Chamaeleon)		
$\varepsilon$	-	<i>Альнилам</i>	77 ЦЕФЕЙ (Cepheus)		
$\zeta$	-	<i>Альнитак</i>	$\alpha$	-	<i>Альдерамин</i>
$\kappa$	-	<i>Саиф</i>	$\beta$	-	<i>Альфирк</i>
$\pi^3$	-	<i>Табит</i>	$\gamma$	-	<i>Альрай</i>
53 ПАВЛИН (Pavo)			$\mu$	-	<i>Эракис</i>
$\alpha$	-	<i>Пикок</i>	78 ЦИРКУЛЬ (Circinus)		
54 ПАРУСА (Vela)			79 ЧАСЫ (Horologium)		
$\gamma$	-	<i>Резор</i>	80 ЧАША (Crater)		
$\lambda$	-	<i>Аль Сухайль</i>	$\alpha$	-	<i>Алькес</i>
55 ПЕГАС (Pegasus)			81 ЩИТ (Scutum)		
$\alpha$	-	<i>Маркаб</i>	82 ЭРИДАН (Eridanus)		
$\beta$	-	<i>Шеат</i>	$\alpha$	-	<i>Ахернар</i>
$\gamma$ <td -	<i>Альгениб</i>	$\beta$	-	<i>Курса</i>	
$\varepsilon$	-	<i>Эниф</i>	$\gamma$	-	<i>Заурак</i>
$\zeta$	-	<i>Хомам</i>	$\delta$	-	<i>Рана</i>
$\eta$	-	<i>Матар</i>	$\theta$	-	<i>Акамар</i>
$\theta$	-	<i>Бахам</i>	83 ЮЖНАЯ ГИДРА (Hydrus)		
$\mu$	-	<i>Садалбари</i>	84 ЮЖНАЯ КОРОНА (Corona Australis)		
56 ПЕРСЕЙ (Perseus)			85 ЮЖНАЯ РЫБА (Piscis Austrinus)		
$\alpha$	-	<i>Мирфак</i>	$\alpha$	-	<i>Фомальгаут</i>
$\beta$	-	<i>Алголь</i>	86 ЮЖНЫЙ КРЕСТ (Crux)		
$\kappa$	-	<i>Мисам</i>	$\alpha$	-	<i>Акрукс</i>
$\omicron$	-	<i>Атик</i>	$\beta$	-	<i>Бекрукс</i>
$\xi$	-	<i>Менкиб</i>	$\gamma$	-	<i>Гакрукс</i>
57 ПЕЧЬ (Fornax)			87 ЮЖНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК (Triangulum Australe)		
58 РАЙСКАЯ ПТИЦА (Apus)			$\alpha$	-	<i>Атриа</i>
59 РАК (Cancer)			88 ЯЩЕРИЦА (Lacerta)		
$\alpha$	-	<i>Акубенс</i>			
$\beta$	-	<i>Тарф</i>			
60 РЕЗЕЦ (Caelum)					

Составил:

**Жисюк Илья**





**АстроТоп 100 России**  
Народный рейтинг астрокосмических сайтов

+ Auto-translation from russian  
+ Регистрация пользователей

КАТАЛОГ-РУБРИКАТОР

РЕЙТИНГ АСТРОТОПА

ЭЛИТА АСТРОРУНЕТА

АРХИВ ВЫПУСКОВ

**АстроТоп 100 России**

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

О ПРОЕКТЕ

НОВОСТИ ПРОЕКТА

ПРЕСС-РЕЛИЗЫ

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ АСТРОНОМА

**Уважаемые любители астрономии!** Закончился ежегодный интернет-конкурс проекта **АстроТоп России** <http://www.astrotop.ru> «Звезды АстроРунета и Я - 2006» (ЗАРЯ-2006). Руководителями проекта являются **Владимир Самодуров** и **Александр Вольф**. Итоги голосования подведены 12 апреля 2007 года. Награждение победителей традиционно проводится на ежегодном фестивале любителей астрономии «Астрофест» <http://www.astrofest.ru>. Подробности о конкурсе «ЗАРЯ-2006» и путеводитель по русскоязычным сайтам и не только вы найдете на <http://www.astrotop.ru>. В конкурсе приняло участие всего 650 экспертов АстроТоп-а (проголосовало 592 эксперта) и авторов лучших сайтов из нашего каталога (участвовало в голосовании 23 автора). Ниже приводятся основные результаты конкурса (подробный их анализ и полный обзор итогов - на <http://www.astrotop.ru>) по номинациям. Отметим, что в некоторых номинациях проведено также награждение специальными дипломами (решением команды проекта). Награжденные ими сайты и персоны также официально являются финалистами/лауреатами конкурса ЗАРЯ-2006.

**Звезды АстроРунета-2006: Лучший официальный сайт по астрономии/космонавтике**

**Победитель:** Государственный Астрономический Институт имени П.К. Штернберга МГУ - <http://www.sai.msu.ru/>

**2-е место:** Сайт Специальной Астрофизической Обсерватории (CAO) - <http://www.sao.ru/>

**3-е место:** Научный центр КА-ДАР : <http://www.ka-dar.ru/>

**Звезды АстроРунета-2006: Лучший сайт добровольного общества, клуба, объединения**

**Победитель:** Сайт Московского Астрономического Клуба - <http://www.astroclub.ru/wiki/HomePage>

**2-е место:** Киевский клуб любителей астрономии 'Астрополис' - <http://www.astroclub.kiev.ua/>

**3-е место:** ASTROZONE - проект студентов ГАИШ МГУ: <http://www.astrozone.ru/>

**Звезды АстроРунета-2006: Лучший образовательный проект**

**Победитель:** Астронет - <http://www.astronet.ru/>

**2-е место:** Проект 'Астрогалактика' <http://www.astrogalaxy.ru/>

**3-е место:** Элементы большой науки - <http://elementy.ru/>

**Звезды АстроРунета-2006: Лучшее освещение астрокосмической тематики в СМИ**

**Победитель:** Элементы - <http://elementy.ru/>

**2-е место:** Вокруг света - <http://vokrugsveta.ru/>

**3-е место:** Известия науки - <http://www.inauka.ru/>

**Звезды АстроРунета-2006: назовите Сайт года всего АстроРунета**

**Победитель:** Астронет - <http://www.astronet.ru/>

**2-е место:** Астрогалактика - <http://www.astrogalaxy.ru/>

**3-е место:** 'Астрофорум' - <http://www.astronomy.ru/forum/>

**Звезды АстроРунета-2006: Человек года**

**Победитель:** Владимир Самодуров (Астрофорум)

**2-е место:** Александр Козловский (сайты Астрогалактика, Галактика, выпуски журнала 'Небосвод')

**3-е место:** Вика Воробьева (Астрофорум, сайт Планетные системы)

**Звезды АстроРунета-2006: Тенденция/событие года АстроРунета**

**Победитель:** Появление астрожурналов, издающихся любителями астрономии

**2-е место:** Взросление астро-, космо- форумов (большая наукоемкость общения, массовая регистрация профессионалов)

**3-е место:** Появление сайтов с видеoarхивами по космонавтике и астрономии

**Звезды АстроРунета-2006: Лучшая персональная страница**

**Победитель:** Астрономия и др. (Виталий Шведун) - <http://www.shvedun.ru/>

**2-е место:** Страница любителя астрономии Андрея Олешко - <http://oleshko.net.ru/index.shtml>

**3-е место:** Страница Николая Александровича - [http://hea.iki.rssi.ru/~nick/index\\_k.htm](http://hea.iki.rssi.ru/~nick/index_k.htm)



## Как оформить подписку на журнал «Небосвод»

Подписку можно оформить в двух вариантах: печатном (принтерном) и электронном.

**На печатный вариант** можно подписаться, прислав обычное письмо на **адрес редакции:**

461 675, 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 ниже.

Тема сообщения - «Подписка на журнал «Небосвод». По этим e-mail согласовывается и печатная подписка.

**Внимание!** Присылайте заказ на тот e-mail, который ближе всего по региону к Вашему населенному пункту.

**Урал и Средняя Волга:**

Александр Козловский [sev\\_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru](mailto:sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru)

**Республика Беларусь:**

Иван Брюханов [betelgeize\\_astro@mail.ru](mailto:betelgeize_astro@mail.ru)

**Литва и Латвия:**

Андрей Сафронов [safonov@sugardas.lt](mailto:safonov@sugardas.lt)

**Новосибирск и область:**

Алексей ... [inferno@cn.ru](mailto:inferno@cn.ru)

**Красноярск и край:**

Сергей Булдаков [buldakov\\_sergey@mail.ru](mailto:buldakov_sergey@mail.ru)

**С. Петербург:**

Елена Чайка [smeshinka1986@bk.ru](mailto:smeshinka1986@bk.ru)

**Гродненская обл. (Беларусь) и Польша:** Максим Лабков [labkowm@mail.ru](mailto:labkowm@mail.ru)

**Омск и область:**

Станислав... [star\\_heaven@mail.ru](mailto:star_heaven@mail.ru)

**Германия:**

Lidia Kotscherow [kotscheroff@mail.ru](mailto:kotscheroff@mail.ru)

(резервный адрес: Sergei Kotscherow [liantkotscherow@web.de](mailto:liantkotscherow@web.de) - писать, если только не работает первый)

**Ленинградская область:**

Конов Андрей [konov\\_andrey@pochta.ru](mailto:konov_andrey@pochta.ru)

**Украина:**

Евгений Бачериков [batcherikow@mail.ru](mailto:batcherikow@mail.ru)

**Москва и область:**

Чебышев Игорь [netport@mail.ru](mailto:netport@mail.ru)



# Луна в фазе первой четверти

