

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

КАК РОЖДАЮТСЯ ЗВЕЗДЫ

4'08
апрель

Лестница в бесконечность • Оптика для наблюдения Солнца в диапазоне H-альфа
Приемные антенны для радиоастрономических наблюдений • Астрономия: век 21



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



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

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

Астрономический календарь на 2006 год (архив - 2 Мб)

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

Астрономический календарь на 2007 год (архив - 2 Мб)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)

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

Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)

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

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

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

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

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

Противостояния Марса (архив - 2 Мб)

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

Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!

КН на апрель 2008 года <http://images.astronet.ru/pubd/2008/02/12/0001226147/kn042008.zip>

КН на май 2008 года <http://images.astronet.ru/pubd/2008/03/10/0001226623/kn052008.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



«Фото и Цифра» -
все о цифровой
фототехнике
www.supergorod.ru



«Астрономический Вестник»

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

Подписка принимается на info@ka-dar.ru

<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-1.pdf>

<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-2-06.pdf>

<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-3-06.pdf>

<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-4-06.pdf>

<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-5.pdf>

<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-6.pdf>

Вселенная. Пространство.
Время www.vselennaya.kiev.ua

Архивные файлы журнала «Небосвод»:

Номер 1 за 2006 год http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod_1.zip

Номер 2 за 2006 год http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod_2.zip

Номер 3 за 2006 год 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

Номер 2 за 2007 год 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

Номер 4 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/03/28/0001221352/nb_0407.zip

Номер 5 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/05/07/0001221925/neb0507.zip>

Номер 6 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/05/30/0001222233/neb_0607.zip

Номер 7 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/06/25/0001222549/nb_0707.zip

Номер 8 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/07/26/0001222859/neb0807.zip>

Номер 9 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/08/23/0001223219/neb0907.zip>

Номер 10 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/09/25/0001223600/neb1007.zip>

Номер 11 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/10/30/0001224183/neb_1107sed.zip

Номер 12 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/05/0001224945/neb_1207.zip

Номер 1 за 2008 год http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/12/0001225581/neb_0108.zip

Номер 2 за 2008 год http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/31/0001225856/neb_0208.zip

Номер 3 за 2008 год http://images.astronet.ru/pubd/2008/03/03/0001226540/neb_0308.zip

**Популярная
Механика**

<http://www.popmech.ru>

НЕБОСВОД

№ 4 2008, vol. 3

Уважаемые любители астрономии!

Апрель месяц ассоциируется с космосом после исторического полета Юрия Алексеевича Гагарина. 12 апреля 1961 года человек впервые вышел в околоземное космическое пространство. В среде любителей астрономии второй весенний месяц, конечно же, напоминает о ежегодном фестивале любителей астрономии и телескопостроения - Астрофест (<http://astrofest.ru>). В этом году он отмечает свой юбилей - 10 лет со дня первого фестиваля. В санатории «Орленок» в подмосковном Пушкино соберутся более полутысячи любителей астрономии со всех концов страны. Дружественная обстановка, наблюдения, лекции профессионалов, доклады любителей, фотовыставки, конкурсы - все это делает незабываемым праздник астрономии. Посетите Астрофест-2008 и впечатления от него у вас останутся на целый год. Завершается конкурс «ЗАРЯ-2007», проводимый Астротоп (<http://astrotop.ru>). «Небосвод» также участвует в этом конкурсе в номинации «Лучшее любительское электронное издание года». Журнал уверенно лидирует среди других изданий и заслуга в этом ваша, уважаемые любители астрономии! Именно вы, своими публикациями, своей поддержкой и вниманием к журналу, делаете его популярным. Здесь хочется отметить любителей астрономии и постоянных авторов: Кузнецова Александра (Нижний Тагил), Позднякову Ирину (Рязань), Сергея Шурпакова (Барань, Беларусь), Гордина Вячеслава (Москва), Леушканова Александра (Вологда), Татьяну Донченко (Узбекистан, п/о Туркестон). Профессиональный журналист Максим Борисов предоставляет великолепные новости, а астрономы-профессионалы Владимир Сурдин и Дмитрий Вибе любезно разрешают публиковать их замечательные статьи на страницах журнала. Спасибо вам! Журнал искренне благодарен за помощь на благо любительской астрономии и ждет новых ваших писем и публикаций.

Искренне Ваши

Александр Козловский

Содержание

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)
- 7 Как рождаются звезды
Владимир Георгиевич Сурдин
- 12 Лестница в бесконечность
Дмитрий Виб
- 17 Оптика для наблюдений Солнца в диапазоне H-альфа
Вячеслав Гордин
- 21 Антенны для радионаблюдений
Альфред Викторович Крохмаль
- 26 Сомнительные астровопросы
Энциклопедия 3000 (фант. рассказ)
Александр Кузнецов
- 29 Астрономия: век 21
Владимир Георгиевич Сурдин
- 33 Любители астрономии о себе
Леванович Наталья, Ковригин Валерий, Донченко Татьяна
- 35 Небо над нами: МАЙ - 2008
- 36 Полезная страничка (астроссылки)

Обложка: «Кошачий глаз» <http://astronet.ru>

Сверкающая сквозь межзвездное пространство очаровательная туманность Кошачий глаз находится на расстоянии трех тысяч световых лет от нас. Туманность Кошачий глаз представляет собой одну из самых известных планетарных туманностей и является конечной короткой и при этом великолепной стадией эволюции звезды типа Солнца. Умиряющая звезда туманности, расположенная в ее центре, возможно образовала набор внешних пылевых концентрических оболочек, которые являются выброшенными верхними ее слоями, выброшенными во время последовательности сотрясений. А вот как образовались красивые более сложные по строению внутренние структуры остается непонятным. Чтобы создать это изображение, представляющее иной вид космического кошачьего глаза, были обработаны заново архивные данные, полученные космическим телескопом им. Хаббла. При сравнении с знакомыми картинками, полученными космическим телескопом, с помощью данной обработки стали видны более четко детали светлых и темных областей туманности, а также стала более широкая цветовая гамма. Тщательно исследуя Кошачий глаз, астрономы смогут лучше представить, какая судьба ждет наше Солнце, которое также ожидает стадия планетарной туманности через пять миллиардов лет.

Авторы: Висент Перис (Астрономическая обсерватория Университета г. Валенсия (софт PixInsight), Архив данных космического телескопа, Научный институт космического телескопа, Ассоциация университетов по астрономическим исследованиям, НАСА **Перевод:** Колпакова А.В.

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

Редактор и издатель: **Козловский А.Н.**

В редакции журнала - любители астрономии России и СНГ

Корректор: **Е.А. Чижова**, chizha@mail.ru; дизайнер обложки: **Н. Кушнир**, offset@list.ru

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

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

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

Сверстано 22.03.2008

© Небосвод, 2008

Будущая Земля из созвездия Единорога



Туманность Конус, входящая в яркую галактическую область звездообразования NGC 2264. Фото ACS Science & Engineering Team, NASA с сайта www.astronet.ru

Американские, германские и узбекские астрономы сообщили об обнаружении возле новорожденной звезды скопления небольших песчинок - зародышей планет (планетезималей), обращающихся приблизительно по той же самой орбите, по которой в нашей Солнечной системе Земля обращается вокруг Солнца. Это открытие способно "пролить новый свет" на процессы образования планет земной группы возле других звезд. Соответствующая статья 13 марта публикуется в онлайн-выпуске известного научного журнала Nature.

"Процессы формирования планетных систем до сих пор во многом остаются тайной, - поясняет один из соавторов новой работы Кристофер Джонс-Крулл (Christopher Johns-Krull), доцент физики и астрономии из Университета Райса (Rice University, г. Хьюстон, штат Техас). - Мы полагаем, что газопылевые диски возле недавно сформировавшихся звезд постепенно уплотняются, формируя микроскопические песчинки, которые в конечном счете, вырастая, становятся галькой, валунами и целыми планетами".

В ходе предыдущих исследований астрономы в основном улавливали инфракрасное (тепловое) излучение, испускаемое микроскопическими частицами пыли, скапливающимися возле отдаленных звезд, однако этот метод недостаточно точен для того, чтобы достоверно указывать размеры частиц и расстояние, на котором эти частицы облетают свою звезду. Зачастую сложно даже решить, имеют ли исследователи дело с орбитами, подобными орбите Земли, или же с расстояниями, сопоставимыми с теми, что отделяют от Солнца Юпитер или Сатурн.

В новом исследовании Джонс-Крулл и его соавторы для подтверждения того, что частицы действительно находятся на орбите, сопоставимой с орбитой Земли, изучили отражаемый песчинками видимый свет звездной пары с уникальной геометрией - КН 15D из созвездия Единорога. Исследуемые объекты находятся на расстоянии приблизительно 2400 световых лет от Земли в Туманности Конус (Cone Nebula - NGC 2264), им лишь приблизительно 3

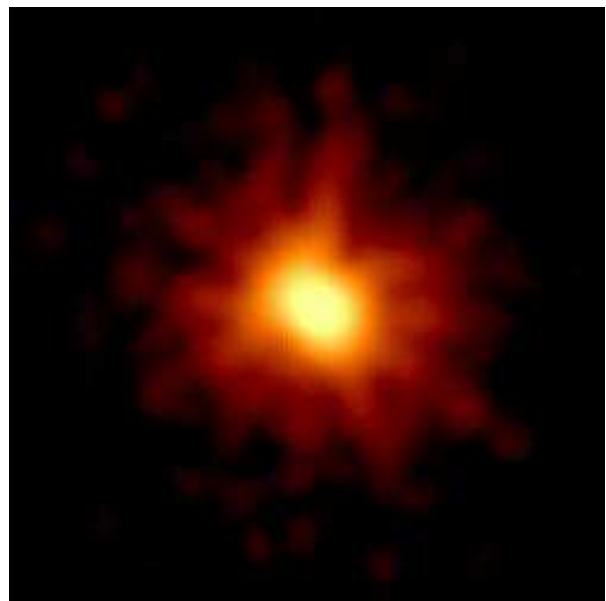
миллиона лет (что, конечно, очень мало по сравнению с 4,5 млрд лет жизни Солнца).

Данная система становится то более яркой, то более тусклой - это протопланетный диск время от времени

блокирует свет от одной из звезд, имеющей эксцентричную (вытянутую) орбиту (для того, чтобы понять, как это происходит, можно посмотреть с сети анимацию http://www.wesleyan.edu/newsrel/kh15_d_animation.html).

Подобные "затмения" с периодом 48,36 суток позволили провести уникальные фотометрические и спектральные исследования силами сразу 12 обсерваторий за 12 лет (в число этих обсерваторий вошла Обсерватория Макдональда (McDonald Observatory) на западе Техаса, Обсерватория Кека (W. M. Keck Observatory) на Гавайских островах, Очень Большой Телескоп (Very Large Telescope - VLT) Южной европейской обсерватории (European Southern Observatory - ESO) в Чили и даже небольшой телескоп в Узбекистане). Помимо американских ученых в исследованиях приняли участие германские астрономы из Астрономического института общества имени Макса Планка в Гейдельберге и Мансур Ибрагимов из Астрономического института в Ташкенте.

Впервые зарегистрирован гамма-всплеск, видимый невооруженным глазом



Гамма-всплеск, доступный невооруженному глазу
Изображение с сайта <http://grani.ru>

Польские астрономы с помощью автоматизированной системы Pi of the Sky с широкопольной камерой, установленной в Чили на обсерватории Лас Кампанас (Las Campanas Observatory), сумели зарегистрировать излучение гамма-всплеска (gamma ray burst - GRB) оптического диапазона, которое в своем максимуме достигло 5,76 звездной величины. Это означает, что в течение примерно половины минуты источник можно было бы наблюдать невооруженным глазом.

В результате был побит рекорд 9-летней давности, принадлежавший событию от 23 января 1999 года (GRB 990123), когда блеск вспышки в максимуме достиг 8,9 звездной величины. Гамма-всплеск 19 марта 2008 года (GRB 080319B, буква В означает, что этот всплеск - второй за эти сутки (из четырех)) был зарегистрирован американским спутником Swift (ловцом гамма-всплесков) в 06:13 UTC (9.13 мск), когда на территории России было светлое время суток. В силу удачного стечения обстоятельств камера Pi of the Sky с 85-миллиметровым объективом f/1.2 была наведена почти в точности на то место, где зарегистрировал вспышку Swift (в созвездии Волопаса). Об удаленности наблюдаемых объектов астрономы судят по красному смещению (чем объект дальше, тем он быстрее от нас удаляется и "краснеет" - из-за расширения Вселенной). Для события GRB 080319B $z=0,937$ (это свыше 7 миллиардов световых лет, то есть половина расстояния до видимого горизонта Вселенной), а у GRB 990123 этот параметр равен 1,6.

Справка

"Длинные" гамма-всплески

Первый гамма-всплеск зафиксировал американский спутник-шпион "Вела" в 1968 году, а соответствующие данные были обнародованы в 1973-м. Согласно современным теориям, гамма-всплеск случается тогда, когда массивная звезда сжигает все свое ядерное топливо и начинается ее коллапс (сжатие), в результате которого формируется черная дыра, окруженная диском из чрезвычайно горячего, быстро вращающегося газа. Большая часть этого газа будет втянута в новорожденную черную дыру, а оставшаяся доля будет вышвырнута вовне в виде газовых струй ("джетов"), движущихся с околосветовой скоростью.

Наблюдатель, в сторону которого будет направлена подобная струя, увидит мощнейшую ослепительную вспышку продолжительностью около минуты, в которой сконцентрирована яркость свыше десяти квадриллионов солнц (10^{16}). А наблюдатели, которые расположены под углом к струе и которым не суждено лицезреть подобное зрелище, смогут полюбоваться менее удивительным, но не менее захватывающим взрывом гиперновой. Энергия, выделяющаяся при гамма-всплесках, просто чудовищна: эффект наблюдается на расстояниях свыше 10 миллиардов световых лет.

В принципе, гамма-всплески - это не такое уж редкое явление, и вероятность подобной катастрофы в нашей Галактике достаточно велика. В свое время с помощью близкого к Земле гамма-всплеска пытались объяснить вымирание динозавров. Выкладки показали, что раз в несколько сот миллионов лет гамма-всплески действительно должны наносить заметный урон фауне Земли, и один из них вполне мог погубить динозавров. А вот на расстояниях порядка размеров галактики (десятки тысяч световых лет) гамма-всплеск уже не может причинить серьезного вреда.

Демон вселился в Венеру после мегастолкновения



Ландшафты Венеры.
Изображение с сайта <http://grani.ru>

Венера - вторая по удаленности от Солнца планета Солнечной системы - возникла, возможно, в результате "лобового" столкновения двух крупных протопланет (планетезималей), произошедшего несколько миллиардов лет назад. Такой вывод был сделан британским ученым из Кардиффского университета (Cardiff University), решившим опубликовать соответствующую статью (Did a mega-collision dry Venus's interior) в журнале Earth and Planetary Science Letters (репортаж об этом публикует также известный научно-популярный журнал New Scientist).

Чем-то Венера напоминает нашу собственную планету, их даже считают своего рода "сестрами", однако при этом нрав у земной "сестрички" весьма крутой (и ее называют еще "Earth's evil twin"). Диаметр и плотность Венеры сравнимы с земными, однако температура на ее поверхности достигает 720 кельвинов, в атмосфере преобладает углекислый газ, создающий мощный "парниковый эффект", при этом начисто отсутствуют океаны и тектоническая активность.

Доктор Хав Дэвис (J. Huw Davies) из Кардиффской школы наук о Земле, океанах и планетах (Cardiff School of Earth, Ocean and Planetary Sciences) утверждает, что на многие загадки Венеры может пролить свет его новая теория о мегастолкновении в далеком прошлом. Это столкновение (длившееся всего несколько часов), в частности, могло бы объяснить, почему внутренности Венеры лишены влаги, ее вращение столь замедлено, поверхность относительно гладкая, а атмосфера состоит в основном из углекислого газа.

Как поясняет Дэвис, импактная теория ранее не пользовалась большой поддержкой ученых, поскольку вторая планета Солнечной системы, как известно, лишена спутников, обычно возникающих в результате подобных столкновений. Однако, согласно новым вычислениям, мегасоударение, возможно, создавшее Венеру, выглядело как лобовое столкновение, которое не приводит к появлению лун.

Горячий шар из газа и жидкости (которая немедленно испарилась в результате катаклизма), позволил железу вступить в реакцию с водой, оставив тем самым Венеру совершенно сухой. Это привело к тому, что на Венере отсутствует тектоника плит, нет движения континентов и никогда не было жизни.

Космические лучи рождаются при вспышках сверхновых



Взрывы сверхновых звезд еще хранят свои тайны.
Изображение с сайта <http://grani.ru>

Звезда, взорвавшаяся 340 тысяч лет назад, позволила ученым отыскать новые свидетельства в пользу теории, согласно которой космические лучи - высокоэнергетичные заряженные частицы (протоны и ядра легких химических элементов) - рождаются в основном в окрестностях сверхновых звезд.

Согласно данной теории, до высоких энергий заряженные частицы разгоняют ударные волны, возникающие во время вспышки сверхновой. "Прямые улики", говорящие в пользу реальности этих процессов, отыскать довольно сложно, поскольку космические лучи по мере своего продвижения по Галактике неизбежно отклоняются магнитными полями, поэтому отследить их путь до источника обычно не удастся. Однако теперь итальянские исследователи Марко Сальвати (Marco Salvati) из Астрофизической обсерватории Арчетри (Osservatorio Astrofisico di Arcetri) во Флоренции и Бруно Сакко (Bruno Sacco) из Национального астрофизического института (L'Istituto Nazionale di Astrofisica - INAF) в Палермо сумели показать, что древняя сверхновая звезда, в результате взрыва которой возник известный пульсар Геминга (Geminga, PSR 0633+1748), может быть ответственна за небольшой избыток в космических лучах от определенной части неба (планируется соответствующая публикация в журнале *Astronomy and Astrophysics*, пока статью можно прочесть на сайте электронных препринтов arXiv.org). По всей видимости, Геминга представляет собой молодую одиночную нейтронную звезду-радиопульсар, луч которого проходит мимо Земли. Геминга известна также своим мощным гамма-излучением. Именно благодаря ему эта нейтронная звезда стала первым примером успешно идентифицированного источника гамма-лучей. В течение относительно небольшого промежутка времени у потока заряженных частиц, поступающих к нам с Геминги, наблюдались характерные вариации, таким образом их происхождение перестало быть секретом. Все эти эффекты могли наблюдаться лишь благодаря близости Геминги к Земле, а также из-за сравнительно небольшого срока, отделяющего вспышку сверхновой от нашего времени.

Справка

Нейтронные звезды

- очень компактные и плотные объекты, радиус которых составляет от 10 до 100 км, а максимальная масса - от 1,4 до 3 солнечных масс. Плотность в центре такой звезды - порядка 3×10^{14} - 2×10^{15} г/см³. В основном нейтронные звезды состоят из вырожденных нейтронов с малой примесью вырожденных протонов и электронов и только самые внешние слои - твердая кора - содержат железо с примесью Cr, Ni, Co. Гидростатическое равновесие в них поддерживается давлением вырожденного нейтронного газа. Образование нейтронных звезд происходит в процессе гравитационного коллапса на конечных стадиях эволюции достаточно массивных звезд (в несколько раз превышающих массу Солнца). Большинство известных на сегодня нейтронных звезд являются пульсарами (обнаружены в 1967 году).

Космические лучи и излом в спектре первичного космического излучения

Космические лучи - это поток заряженных субатомных частиц и атомных ядер высоких энергий (в основном это протоны (90%) и альфа-частицы - ядра гелия (7%)), пронизывающий весь космос. Ударные волны, возникающие в процессах взрывов сверхновых, считаются основным источником этих частиц. В межзвездном магнитном поле с сильно запутанными силовыми линиями движение космических лучей имеет сложный характер, напоминающий диффузию молекул в газе. В результате время утечки космических лучей из Галактики оказывается в тысячи раз больше, чем при прямолинейном движении. Ученые, измеряющие энергию космических лучей, давно обратили внимание на избыток таких лучей в определенном энергетическом диапазоне (речь идет о характерном изломе или "колене" в спектре первичного (т.е. пришедшего непосредственно из космоса в отличие от вторичных КЛ, возникающих за счет столкновений с ядрами атомов земной атмосферы) космического излучения при энергии около 3×10^{15} эВ, обнаруженном в середине прошлого века советскими физиками). Некоторые исследователи предположили, что этот избыток мог бы давать единственный остаток сверхновой приблизительно в 1000 световых лет от нас, взрыв которой произошел около 100 тысяч лет назад (другое объяснение: частицы с более высокой энергией, число которых очень мало, слабо отклоняются галактическим магнитным полем и покидают Галактику сравнительно быстро - "Физика космоса", М., 1986).

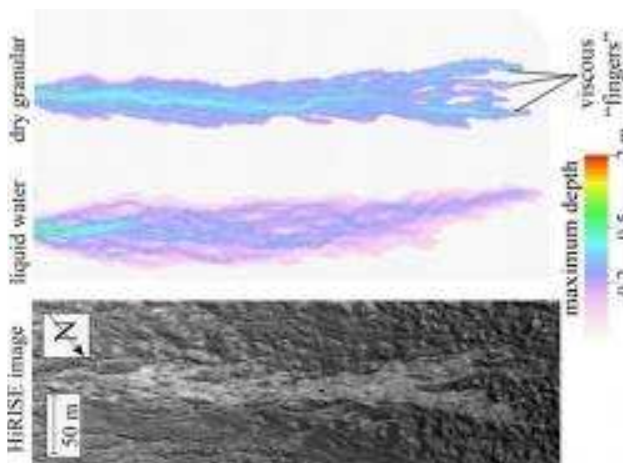
Планеты действительно могли повлиять на образование планетарных туманностей



Типичная планетарная туманность в «анфас». Изображение с сайта <http://www.universetoday.com>

Несмотря на то, что планетарные туманности названы от слова «планета», они не имеют ничего общего с блуждающими светилами. Это название было дано им 300 лет тому назад Уильямом Гершелем (William Herschel) за внешнее сходство с планетами (такие туманности имеют форму круга, как и планеты). В действительности, планетарные туманности представляют из себя яркие оболочки газа и пыли, сброшенные звездами в конце эволюционного процесса. Новые наблюдения таких туманностей позволяют предположить, что планеты, обращающиеся вокруг звезды, могут влиять на форму вновь образующихся туманностей.

Овраги Марса образованы потоками песка, а не жидкостью



На Марсе становится все меньше признаков жизни. Изображение с сайта <http://www.universetoday.com>

Камера высокого разрешения HiRISE, установленная на борту аппарата MRO, изучающего Марс с орбиты, получила изображения оврагов на поверхности планеты, которые по предположению ученых могли возникнуть в результате потоков жидкости. Вода могла кратковременно истекать из подповерхностных источников в 2006 году. Тем не менее, новые компьютерные модели, имитирующие создание оврагов на поверхности Марса, позволяют придерживаться другого мнения - овраги были созданы потоком сухой субстанции (песка), но не потоком воды. Это очередной факт против наличия жизни на Марсе.

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

Как рождаются звезды



Мы уже многое понимаем в механизмах развития природных объектов, но загадка рождения большинства из них до сих пор не решена. Биологи размышляют над возникновением новых видов и самой жизни, геологи спорят о генезисе нефти, минералов и самих планет, астрономы же бьются над происхождением звезд, галактик и самой Вселенной. Впрочем, кое-что проясняется — звезды приоткрывают тайны своего возникновения. Данное и остальные изображения в тексте с сайта <http://www.vokrugsveta.ru>

Известно, что в недрах звезд действуют природные термоядерные реакторы, синтезирующие из легких химических элементов более тяжелые. Например, из водорода образуется гелий, из гелия — углерод и т. д. Протекание этих реакций в недрах Солнца сегодня прямо регистрируется на Земле (а точнее — под землей) нейтринными детекторами. Установлено также, сколько времени живут звезды и как заканчивается их жизнь: чем массивнее звезда, тем ярче она светит и быстрее сжигает свое ядерное горючее. Если звезды типа Солнца живут около 10 миллиардов лет, то гиганты, которые в 10 раз массивнее, полностью сгорают всего за 25 миллионов лет. А вот карлики с массой в половину солнечной должны жить почти 100 миллиардов лет — много больше нынешнего возраста Вселенной.

В конце жизни звезда обычно сбрасывает с себя верхний слой вещества. Массивные светила делают это взрывным образом, становясь сверхновыми, а маломассивные — спокойно, окутывая себя медленно расширяющейся планетарной туманностью. Но в любом случае в конце эволюции от звезды остаются разлетающееся газовое облако и плотный компактный объект — белый карлик, нейтронная звезда или черная дыра.

Отдельные детали в этой картине могут измениться, но в целом ход жизни звезды надежно прослеживается, в том числе с помощью компьютерных моделей. «Дайте мне звезду, и я предскажу ее судьбу!» — может воскликнуть астроном. Легко сказать — «дайте!» Но как именно рождаются звезды? Понятно, что они формируются при сжатии облаков газа, заполняющих межзвездное

пространство, однако подробности процессов, приводящих к рождению звезд разных типов, до сих пор во многом остаются загадочными.

В темном облаке

Вот как представляется сегодня процесс рождения звезды. В межзвездном облаке идет непрерывная борьба двух тенденций — сжатия и расширения. Сжатие облака способствуют его собственная гравитация и внешние силы (например, взрывы соседних звезд), а расширению — давление газа и магнитных полей внутри облака. Обычно эта борьба заканчивается победой сил сжатия. Дело в том, что звездный свет не проникает снаружи в непрозрачное облако и не нагревает его, а инфракрасное излучение молекул и пыли легко выходит из облака и уносит тепло. В результате этого «антипарникового» эффекта в наиболее плотной части облака температура опускается почти до -270°C , и давление газа падает настолько, что равновесие сил неминуемо нарушается, и эта область начинает безудержно сжиматься. Если масса сжимающегося газа невелика, то образуется одна звезда, а если газа много, то в ходе его сжатия и фрагментации рождается группа тел — звездное скопление.

В процессе формирования каждая звезда проходит через два характерных этапа — быстрого и медленного сжатия протозвезды. Быстрое сжатие — это практически свободное падение вещества протозвезды к ее центру. На этом этапе безраздельно царствует гравитация. И хотя при сжатии газ должен был бы нагреваться, его температура почти не меняется: избыток тепла уходит в виде инфракрасного излучения, для которого рыхлая протозвезда совершенно прозрачна. Так проходит около 100 тысяч лет, в ходе которых размер протозвезды сокращается в 100 тысяч раз, а плотность вещества возрастает в миллионы миллиардов раз — от почти полного вакуума до плотности комнатного воздуха.

И вот наступает момент, когда уплотнившаяся протозвезда становится непрозрачной для собственного инфракрасного излучения. Отвод тепла резко снижается, а продолжающееся сжатие газа приводит к его быстрому

нагреву, давление возрастает и уравнивает силу тяжести. Теперь протозвезда может сжиматься не быстрее, чем позволяет медленное охлаждение с поверхности. Эта фаза длится несколько десятков миллионов лет, но за это время размер будущей звезды уменьшается только раз в десять, а вещество сжимается примерно до плотности воды. Многих удивит, что средняя плотность Солнца составляет $1,4 \text{ г/см}^3$ (ровно как плотность воды в Мертвом море), а в центре она приближается к 100 г/см^3 , но, несмотря на это, солнечное вещество все равно остается газом, точнее — плазмой. Когда температура в недрах протозвезды достигает нескольких миллионов градусов, начинаются термоядерные реакции: водород превращается в гелий с выделением тепла, которое компенсирует его потерю с поверхности. Сжатие прекращается — протозвезда стала звездой.



Комплекс светлых и темных туманностей RCW 108, находящийся на расстоянии около 4000 световых лет в южном созвездии Жертвенник

Нарисованная здесь картина — это, конечно, всего лишь голая схема. Вдохнуть в нее жизнь, уточнить детали могут лишь наблюдения за реально формирующимися звездами. Но изучать рождение звезд трудно уже хотя бы из-за того, что в нашу эпоху запасы межзвездного вещества в Галактике заметно истощились. Ведь они лишь частично восполняются тем, что выбрасывают в пространство умирающие звезды. Новые светила нынче рождаются редко. За год во всей нашей огромной Галактике появляется в среднем лишь несколько звезд. Большинство областей звездообразования находятся на значительном удалении от нас и с трудом поддаются изучению. К тому же формирование звезд происходит в глубине холодных и совершенно непрозрачных для света газопылевых облаков. На 98% эти облака состоят из водорода (в виде отдельных атомов и молекул H_2) и гелия. Эти газы практически не мешают прохождению света. Но остальные 2% массы, приходящиеся на более тяжелые элементы, образуют крохотные твердые частицы размером в сотые доли микрона — пылинки, которые активно поглощают и рассеивают излучение. Увидеть за этим «смогом», как формируется звезда, очень сложно.

Наиболее интересные результаты в этой области дают инфракрасные телескопы и радиотелескопы самого коротковолнового диапазона — субмиллиметрового. Принимаемое ими излучение проникает сквозь пылевую завесу, поскольку его длина волны больше размеров пылинок. Но, к сожалению, оно поглощается в земной атмосфере. Поэтому инструменты приходится устанавливать на борту самолетов, поднимающихся в стратосферу, а еще лучше — на спутниках, работающих вне атмосферы. Впрочем, и на Земле удастся найти места высоко в горах, где разреженный сухой воздух не сильно мешает наблюдениям. В этом отношении очень хороши чилийские Анды. Именно там, в Южной Европейской обсерватории (Ла-Силья, Чили), установлен один из лучших наземных приборов для исследования формирующихся звезд — комплекс инфракрасных спектрографов и камер, смонтированный на 3,6-метровом телескопе NTT (New Technology Telescope — Телескоп новой технологии).

С помощью этого инструмента испанский астроном Фернандо Комерон (Fernando Comeron) получил изображение крупного комплекса звездообразования RCW 108. Оно составлено из 600 отдельных кадров и покрывает на небе площадь, равную половине лунного диска. В научном отношении эта картина интересна тем, что подтверждает теоретическую модель «вылупления» молодых звезд из облака — так называемую «модель шампанского». Темное облако, силуэт которого ясно виден на фоне Млечного Пути, играет здесь роль непроницаемой бутылки, внутри которой новорожденные звезды разогревают окружающий газ и поднимают его давление. В конце концов, облако не выдерживает, самая тонкая его стенка («пробка») прорывается, и струя горячего газа выстреливает в окружающее пространство. Именно этот момент мы и наблюдаем на фотографии. Яркая туманность в центре облака — это горячий газ, который вырвался со скоростью около 10 км/с и устремился в направлении Солнца. (Можно не беспокоиться — Солнечной системы он никогда не достигнет.)

Если в группе молодых звезд родилось массивное светило, то именно оно начинает «править бал»: его мощное излучение и потоки газа с поверхности (звездный ветер) разогревают окружающее вещество, останавливают его сжатие и выключают процесс формирования новых светил. Как кукушонок в гнезде, массивная звезда старается расчистить пространство вокруг себя. Иногда активность массивных звезд не только останавливает звездообразование, но и приводит к полному распаду новорожденного скопления: вместе с межзвездным газом оно теряет так много массы, что молодые звезды легко преодолевают ослабленное гравитационное поле и покидают свою «колыбель».



Звездный ветер от молодого скопления Pismis 24 (вверху) сдувает газовые облака туманности NGC 6357. В вершинах характерных столбов находятся плотные протозвезды, способные устоять против звездного ветра

На заре новой физики

Первая правильная мысль о происхождении звезд принадлежит еще Ньютону. Едва поняв всеобъемлющий характер гравитации, он стал размышлять о ее роли в развитии небесных тел.

В письме преподобному Ричарду Бентли от 10 декабря 1692 года Ньютон пишет вот что: «Мне кажется, что если бы все вещество нашего Солнца и планет и все вещество

Вселенной было бы равномерно рассеяно в небесных глубинах, и если бы каждая частица имела врожденное тяготение ко всем остальным, и если бы, наконец, пространство, в котором была бы рассеяна эта материя, было бы конечным, вещество снаружи этого пространства благодаря указанному тяготению влеклось бы ко всему веществу внутри и вследствие этого упало бы в середину всего пространства и образовало бы там одну огромную сферическую массу. Однако если бы это вещество было равномерно распределено по бесконечному пространству, оно никогда не могло бы объединиться в одну массу, но часть его сгущалась бы тут, а другая там, образуя бесконечное число огромных масс, разбросанных на огромных расстояниях друг от друга по всему этому бесконечному пространству. Именно так могли образоваться и Солнце, и неподвижные звезды».

В действительности даже в ограниченном пространстве межзвездного облака гравитация не может собрать все вещество в одном месте. Космос неспокоен: сквозь облако в разных направлениях движутся звуковые и ударные волны, сжимая и разрежая отдельные участки газа. Гравитация лишь подхватывает и доводит до конца сжатие отдельных фрагментов облака. Это понял и довел идею Ньютона до уровня строгой математической теории другой английский физик, Джеймс Джинс, двести лет спустя.

Остановка карусели

Хотя многие выводы теории звездообразования уже подтверждены наблюдениями, остаются и нерешенные проблемы. Например, неясно, как протозвезды избавляются от «лишнего вращения». В силу случайного, турбулентного характера движения газа любая часть межзвездного облака медленно вращается. Когда она сжимается, стремясь стать звездой, то по закону сохранения момента импульса вращение ускоряется — все помнят, как фигуристы ускоряют свое вращение, прижимая руки к телу. Если бы не было механизмов торможения, центробежная сила вообще не позволила бы звезде родиться.

Один из таких механизмов обеспечивает газовое трение: внутренние, быстро вращающиеся области протозвезды трутся о внешние, передавая им энергию своего движения. Сами они при этом тормозятся, получая возможность сжиматься дальше и стать звездой, а внешние области, наоборот, раскручиваются и остаются вращаться в виде тонкого диска, из которого позже образуются планеты. Жизнь этого протопланетного диска сама по себе очень интересна и слабо изучена. Например, на некотором этапе эволюции диска вдоль его оси вращения в обе стороны могут «выстреливаться» тонкие струи газа.

Наблюдения показывают, что протопланетные диски часто встречаются у формирующихся звезд. Да и наличие «готовых» планетных систем, которых в окрестностях Солнца уже открыто более двух сотен, подтверждает идею о перераспределении углового момента между звездой и веществом будущих планет. Однако природа никогда не ограничивается использованием одной, даже самой хорошей, идеи. Как говорят физики, если в природе что-то не запрещено, то оно обязательно происходит. А не запрещено быстро вращающейся протозвезде в некоторый момент разделиться пополам, превратив момент импульса одного тела во взаимное орбитальное движение двух тел. Но это означает, что вместо одной звезды родится две? Именно так! Уже давно астрономы заметили, что почти половина всех звезд предпочитает жить парами. Наше Солнце — одиночная звезда, но это, скорее, исключение из правил. Если внимательно присмотреться, то кроме большого количества двойных звезд обнаруживаются и тройные, и четырехкратные, и даже 6-кратные (такова, например, звезда Кастор, альфа Близнецов). Похоже, что последовательное деление протозвезд при сжатии эффективно помогает им бороться с центробежными силами и приводит к рождению миниатюрных звездных коллективов.

Что скрывает тарантул?

Туманность Тарантул, расположенная в соседней галактике Большое Магелланово Облако, удалена от нас на 170 тысяч световых лет, но сияет так ярко, что различима даже невооруженным глазом. Ее поперечник составляет почти

1000 световых лет. Более крупных очагов звездообразования нет ни в нашей, ни в ближайших галактиках. В центре снимка, полученного 8-метровым телескопом VLT Европейской Южной обсерватории в Чили, расположено скопление молодых, массивных и очень горячих звезд Рэдклиф 136 (R 136), чье мощное излучение и сильные звездные ветры как раз и заставляют туманность сиять. Возраст этого скопления всего 2—3 миллиона лет, поэтому его наиболее массивные звезды еще живы. А таких звезд там более 200, причем массы некоторых превышают 50 масс Солнца; такие тяжеловесы формируются крайне редко.



Наблюдатели прошлых веков принимали туманность Тарантул за звезду и присвоили ей номер 30 в созвездии Золотой Рыбы (30 Doradus). Теперь ее обозначение — NGC 2070

Правее и выше центра на этом фото видно другое скопление ярких массивных звезд — Ходж 301. Его возраст около 20 миллионов лет. Поэтому наиболее массивные звезды в нем уже закончили свой жизненный путь и взорвались как сверхновые, выбросив с огромной скоростью вещество и создав вокруг скопления сеть запутанных волокон. Вскоре там ожидаются новые взрывы, так как в скоплении Ходж 301 наблюдаются три красных сверхгиганта, которые в течение ближайших трех миллионов лет тоже закончат свою жизнь гигантским фейерверком.

В то время как одни звезды умирают в этом «космическом пауке», другие там только зарождаются. Множество темных облаков, легко различимых на светлом фоне, указывает нам, где происходят охлаждение и сжатие газа, готового дать жизнь следующим поколениям звезд. Фактически Тарантул — это гигантский инкубатор, где рождаются звезды всевозможных масс, не только тяжеловесы, но и такие, как Солнце (хотя нам издалека видны только гиганты). В некоторых местах этого облака происходит удивительный процесс повторного, стимулированного звездообразования: мощное излучение и взрывы массивных звезд порождают ударные волны, которые сжимают окружающий газ, создавая тем самым условия для формирования звезд следующего поколения.

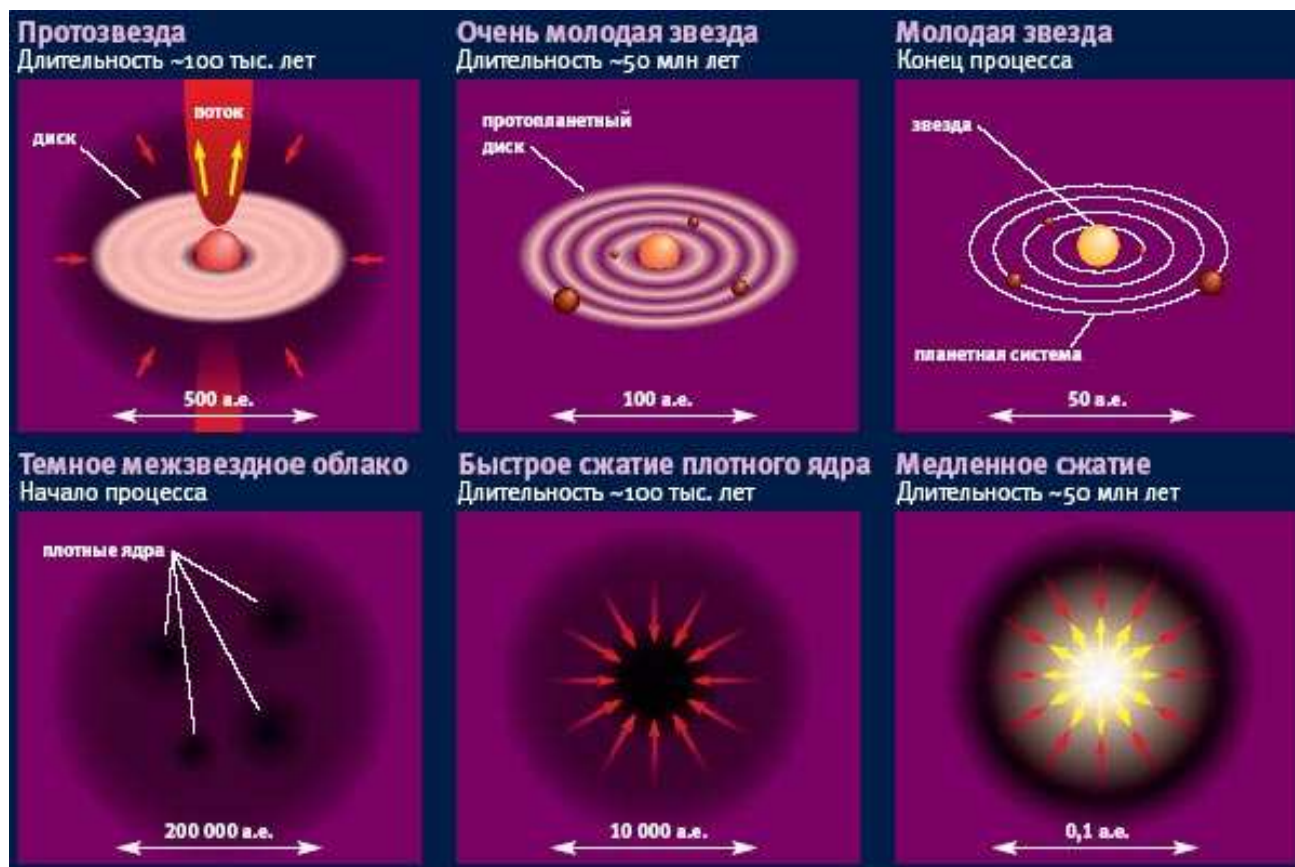
Происхождение гигантов

Биологу трудно изучать жизнь бабаба — для этого надо прожить тысячи лет. Гораздо проще изучить муху-дрозофилу: сегодня родилась, через неделю дала потомство, через две умерла. То же и со звездами. Маломассивные звезды существуют миллиарды лет, практически не изменяясь, а звезды большой массы быстро формируются, недолго живут и ярко умирают. Астрономы любят изучать массивные звезды. Но насколько массивной может быть звезда? Этот вопрос не дает астрономам покоя на протяжении многих десятилетий. Если мы правильно понимаем физику рождения и жизни звезды, слишком

массивными звезды быть не могут. Правда, история астрономии уже полстолетия доказывает, что физику эту мы как раз понимаем не совсем правильно.

С ростом массы звезды быстро возрастает температура ее недр и увеличивается давление излучения на внешние слои. Это должно приводить к потере устойчивости, возникновению растущих колебаний звезды и сбросу ее оболочки. В 1959 году Мартин Шварцшильд и его коллеги теоретически оценили предельную массу звезды в 60 масс Солнца, что уже тогда противоречило наблюдениям, поскольку известная с 1922 года двойная звезда Пласскетта имеет полную массу около 150 солнечных, а значит, ее главный компонент как минимум в 75 раз массивнее Солнца.

Этапы формирования звезды



Теорию стали улучшать: учли ряд деталей, и теоретический порог массы повысился до 100 солнечных. Но астрономы-наблюдатели тоже не сидели без дела. Они определили, что звезда Р Лебедя по светимости почти в миллион раз превосходит Солнце. Такую звезду давление собственного света разорвало бы на части, если бы ее масса была менее 80—100 солнечных — на самой грани допустимого. Теоретики напряглись. А наблюдатели между тем обнаружили, что существуют звезды с еще большей светимостью. Например, мощность излучения эты Киля (η Carinae), находящейся в туманности NGC 3372, в 5 миллионов раз превосходит солнечную. Масса такого «прожектора» не может быть меньше 200 масс Солнца. У теоретиков опустились руки: им-то никак не удавалось «сделать» звезду с массой более 150 солнечных.

А наблюдатели тем временем не унимались: в ядре небольшого звездного скопления Пизмиш 24 (Pismis 24), удаленного от нас примерно на 8000 световых лет, они обнаружили светило, судя по мощности его излучения, превосходящее Солнце по массе раз в 200, а то и 300! Тут уже теоретики не выдержали: «Не верим!» — и заставили наблюдателей внимательнее присмотреться к звездетежеловету. Международная группа астрономов под руководством Х.М. Апелланиса (J.M. Apellaniz, Институт астрофизики Андалусии, Испания), используя 6,5-метровый

телескоп «Магеллан» и космический телескоп «Хаббл», обнаружила, что звезда-то двойная! Рядом друг с другом, обращаясь вокруг общего центра масс, живут две упитанные звезды, каждая примерно в 100 раз массивнее Солнца. В этом же скоплении нашлась еще одна столь же массивная звезда. Само по себе это крайне любопытно: три медведя в одной берлоге! Таких массивных звезд в Галактике всего не более дюжины, а тут сразу три в одном месте. Но это дело случая, а главное здесь в том, что теория внутреннего строения звезд выдержала проверку — массы звезд не превосходят 150 масс Солнца (оказалось, что и массу эты Киля сначала немного преувеличили — она тоже не превышает 150 масс Солнца).

Казалось бы, все в порядке и астрономы могут спать спокойно (разумеется, днем, поскольку ночью они работают). Но нет — спокойно могут спать только специалисты по внутреннему строению звезд. А те, кто

изучает формирование звезд, заснуть не могут. Дело в том, что протозвезда по мере увеличения массы быстро наращивает мощность излучения и начинает активно отталкивать от себя новые порции вещества. Расчеты показывают, что звезды с массой более 15—20 масс Солнца вообще рождаются не могут. Но они есть! Может быть, эти тяжеловесы образуются позже, например, при слипании нескольких молодых звезд? Пока неясно. Над этой проблемой еще предстоит поработать.

Обманчивая простота

Базовая теория формирования и эволюции звезд была создана в 1920-е годы в основном усилиями двух выдающихся английских физиков — Джеймса Джинса и Артура Эддингтона. Были получены изящные уравнения, описывающие все основные характеристики самосветящихся газовых шаров. Чрезвычайно воодушевленный результатами своих исследований — прежде всего их наглядностью и простотой, — Джинс писал: «...для нас ясно, почему все звезды имеют очень сходный вес; это потому, что все они образованы одинаковым процессом.

Они, пожалуй, похожи на фабричные изделия, сделанные одною и тою же машиной». Более осторожный Эддингтон практически соглашался с ним: «Разумно надеяться, что в не слишком отдаленном будущем мы сможем понять такую

простую вещь, как звезда». Правда, один из старших товарищей заметил на это Эддингтону: «Если на вас посмотреть с расстояния нескольких световых лет, то и вы показались бы чрезвычайно простым». Жизнь доказала справедливость этой реплики. В 1960 году известный исследователь звезд американский астроном Мартин Шварцшильд писал: «Чем больше мы познаем действительное состояние такого сложного физического образования, каким является звезда, тем более запутанным оно нам представляется».



Одна из крупнейших известных областей звездообразования NGC 604, расположенная в галактике Треугольник (М33), содержит более 200 молодых массивных звезд. Видны газовые пузыри, надутые их излучением

Коперник был не прав?

Тогда как массивные звезды за счет своего мощного излучения и звездного ветра активно избавляются от окружающего их вещества, звезды умеренной массы пускают это вещество в дело — из него формируются планетные системы. Ныне уже нет сомнений, что рождение большинства звезд сопровождается рождением планет. Означает ли это, что Солнце — типичная звезда, а Солнечная система — типичная система планет?

В эпоху Коперника астрономы низвели Землю с «Олимпа Вселенной» до роли одной из множества планет. И каждый последующий век лишь подтверждал нашу заурядность, которую даже стали называть принципом Коперника: Солнце оказалось заурядной звездой, каких миллиарды, а наш звездный дом — Галактика — ничем, казалось бы, не выделялся среди миллионов других «островных вселенных».

Принцип Коперника подтверждался даже в мелочах: открытый на Земле закон тяготения Ньютона оказался применимым ко всем космическим объектам и стал «законом всемирного тяготения»; спектральные исследования доказали, что все небесные тела сложены из знакомых нам на Земле элементов Таблицы Менделеева. Еще несколько десятилетий назад от ученых можно было услышать, что космос единообразен, а то и вовсе однообразен; что большинство звезд — копии нашего Солнца, что рядом с каждой из них наверняка найдется планета, похожая на Землю, а на ней, глядишь, — и братья по разуму... Но астрономы все внимательнее вглядывались в окружающий космос, и он казался им, как говорила Алиса, «все страньше и страньше».

Выяснилось, что среди миллиардов звезд почти невозможно найти светило, похожее на Солнце и имеющее столь же спокойный характер. Наша Галактика среди подобных ей крупных звездных систем также оказалась на редкость «мирной», практически не проявляющей активности: даже расположенная в ее ядре массивная черная дыра ведет себя весьма тихо. Солнце со своими планетами движется в Галактике не абы как, а счастливо избегая мест скопления новорожденных звезд, среди которых немало активных, а значит, опасных для нашей биосферы. Последнее, что долго не удавалось выяснить астрономам, — насколько типична наша планетная система и часто ли у других звезд встречаются планеты, подобные

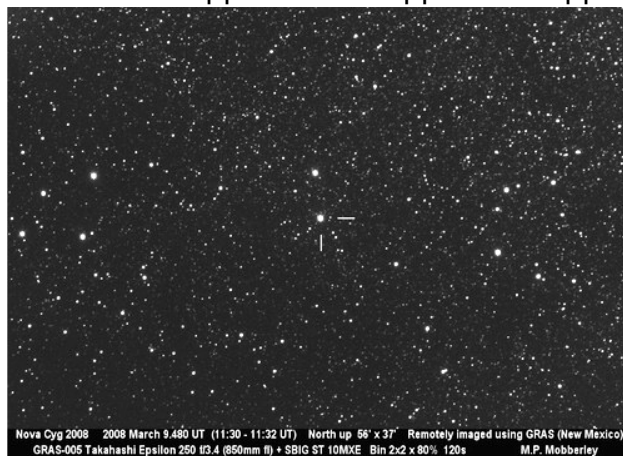
Земле. Найти планеты вблизи иных звезд всегда представлялось задачей невероятно сложной.

Но последнее десятилетие XX века подарило астрономам долгожданное открытие: в 1991—1996 годах были найдены первые планетные системы у звезд разного типа, включая даже нейтронные звезды — радиопульсары. И тут выяснилось, что в большинстве своем экзопланетные системы совершенно не похожи на нашу. В них планеты-гиганты типа Юпитера оккупируют «зону жизни» — область вокруг звезды, где температурные условия на планете позволяют существовать жидкой воде — главному условию развития жизни земного типа. Но на самих газовых гигантах-«юпитерах» жизнь развиться не может (у них даже нет твердой поверхности), а маленькие планеты земного типа эти гиганты из «зоны жизни» выпихивают. Теперь ясно, что Солнечная система нетипична, а возможно, и уникальна: ее планеты-гиганты, движущиеся по круговым орбитам вне «зоны жизни», позволяют длительное время существовать в этой зоне планетам земного типа, одна из которых, Земля, имеет биосферу. По-видимому, другие планетные системы крайне редко обладают этим качеством. Для тех, кто надеется быстро найти братьев по разуму, это неприятное известие. Но Галактика велика, в ней постоянно рождаются звезды, а значит, и планеты. Вокруг нас миллиарды звезд, окруженных планетами (теперь мы в этом уверены!). Среди них обязательно найдутся копии Земли, а возможно, даже более благоприятные для жизни места.

Владимир Георгиевич Сурдин, ГАИШ

Статья адаптирована с сайта <http://www.vokrugsveta.ru> с разрешения сайта на страничке <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6172> и автора статьи Журнал «Вокруг Света»: Как рождаются звезды

Новая звезда в созвездии Лебедя



S. Nakano, Sumoto, Япония, сообщает об открытии Hiroshi Kaneda (Minami-ku, Sapporo, Япония) вспышки Новой (mag 8.2 +/- 0.3) на девяти 4-сек ПЗС-снимках без фильтров (проницание до 10.7m) полученных в марте 7.801 UT, используя цифровую камеру (+ 105-mm f/2.5 telephoto lens). Координаты переменной: R.A. = 19h 58m 33s.4, Decl. = +29° 52' 04" (на эпоху 2000.0). Kaneda пишет, что ни чего не видно в этих координатах на патрульных снимках полученных 5 октября 2007г (проницание 10.5 зв. вел.), 1 января 2008г (проницание 10.7 зв. вел.) и 18 февраля 2008г (проницание 10.5 зв. вел.) так же нет объектов ярче 13 зв.вел. на снимках Оцифрованного Паломарского обзора (Digitized Sky Survey) в области 20 угл. сек. Первое подтверждение пришло от Zhang-wei Jin и Xing Gao, использующих Canon EOS 350D (+ 7-cm-aperture, 200-mm-f.l. f/2.8 фототеле объектив) на Xingming Обсерватории, гора Nanshan, Китай, as part of их обзора (поискового) Новых с дополнительными деталями их сообщения, также присланного J. Beize из Пекина. Их несколько снимков с открытием (проницание порядка 15.0 зв. вел.) были получены около Mag. 7.881 UT, дают оценку блеска Новой, как объекта 8.1зв.вел., и первоначальные координаты : R.A. = 19h 58m 33s, Decl. = +29° 52' 05".

Стас Короткий, НЦ Ка-Дар <http://www.ka-dar.ru/forum>

Лестница в бесконечность



Как определить расстояние до звезд? Откуда известно, что до альфа Центавра — около 4 световых лет? Ведь по яркости звезды, как таковой, мало что определишь — блеск у тусклой близкой и яркой далекой звезд может быть одинаковым. И все же есть много достаточно надежных способов определить расстояния от Земли до самых дальних уголков Вселенной. Астрометрический спутник «Гиппарх» за 4 года работы определил расстояния до 118 тысяч звезд SPL. Данное и остальные изображения в тексте с сайта <http://www.vokrugsveta.ru>

Что бы ни говорили физики о трехмерности, шестимерности или даже одиннадцатимерности пространства, для астронома наблюдаемая Вселенная всегда двумерна. Происходящее в Космосе видится нам в проекции на небесную сферу, подобно тому, как в кино на плоский экран проецируется вся сложность жизни. На экране мы легко отличаем далекое от близкого благодаря знакомству с объемным оригиналом, но в двумерной россыпи звезд нет наглядной подсказки, позволяющей обратить ее в трехмерную карту, пригодную для прокладки курса межзвездного корабля. Между тем расстояния — это ключ едва ли не к половине всей астрофизики. Как без них отличить близкую тусклую звезду от далекого, но яркого квазара? Только зная расстояние до объекта, можно оценить его энергетику, а отсюда прямая дорога к пониманию его физической природы.

Недавний пример неопределенности космических расстояний — проблема источников гамма-всплесков, коротких импульсов жесткого излучения, примерно раз в сутки приходящих на Землю с различных направлений. Первоначальные оценки их удаленности варьировались от сотен астрономических единиц (десятки световых часов) до сотен миллионов световых лет. Соответственно, и разброс в моделях также впечатлял — от аннигиляции комет из антивещества на окраинах Солнечной системы до сотрясающих всю Вселенную взрывов нейтронных звезд и

рождения белых дыр. К середине 1990-х было предложено более сотни разных объяснений природы гамма-всплесков. Теперь же, когда мы смогли оценить расстояния до их источников, моделей осталось только две.

Но как измерить расстояние, если до предмета не дотянуться ни линейкой, ни лучом локатора? На помощь

приходит метод триангуляции, широко применяемый в обычной земной геодезии. Выбираем отрезок известной длины — базу, измеряем из его концов углы, под которыми видна недоступная по тем или иным причинам точка, а затем простые тригонометрические формулы дают искомое расстояние. Когда мы переходим с одного конца базы на другой, видимое направление на точку меняется, она сдвигается на фоне далеких объектов. Это называется параллактическим смещением, или параллаксом. Величина его тем меньше, чем дальше объект, и тем больше, чем длиннее база.

Для измерения расстояний до звезд приходится брать максимально доступную астрономам базу, равную диаметру земной орбиты. Соответствующее параллактическое смещение звезд на небе (строго говоря, его половину) стали называть годичным параллаксом. Измерить его пытался еще Тихо Браге, которому пришлось не по душе идея Коперника о вращении Земли вокруг Солнца, и он решил ее проверить — параллаксы ведь еще и доказывают орбитальное движение Земли. Проведенные измерения имели впечатляющую для XVI века точность — около одной минуты дуги, но для измерения параллаксов этого было совершенно недостаточно, о чем сам Браге не догадывался и заключил, что система Коперника неверна.

Следующее наступление на параллакс предпринял в 1726 году англичанин Джеймс Брэдли, будущий директор Гринвичской обсерватории. Поначалу казалось, что ему улыбнулась удача: выбранная для наблюдений звезда гамма Дракона действительно в течение года колебалась вокруг своего среднего положения с размахом 20 секунд дуги. Однако направление этого смещения отличалось от ожидаемого для параллаксов, и Брэдли вскоре нашел правильное объяснение: скорость движения Земли по орбите складывается со скоростью света, идущего от звезды, и меняет его видимое направление. Точно так же капли дождя оставляют наклонные дорожки на стеклах автобуса. Это явление, получившее название годичной

абберации, стало первым прямым доказательством движения Земли вокруг Солнца, но не имело никакого отношения к параллаксам.



Расстояние до звездных скоплений определяют методом подгонки главной последовательности

Лишь спустя столетие точность угломерных инструментов достигла необходимого уровня. В конце 30-х годов XIX века, по выражению Джона Гершеля, «стена, мешавшая проникновению в звездную Вселенную, была пробита почти одновременно в трех местах». В 1837 году Василий Яковлевич Струве (в то время директор Дерптской обсерватории, а позднее — Пулковской) опубликовал измеренный им параллакс Веги — 0,12 угловой секунды. На следующий год Фридрих Вильгельм Бессель сообщил, что параллакс звезды 61-й Лебедя составляет 0,3". А еще через год шотландский астроном Томас Гендерсон, работавший в Южном полушарии на мысе Доброй Надежды, измерил параллакс в системе альфа Центавра — 1,16". Правда, позднее выяснилось, что это значение завышено в 1,5 раза и на всем небе нет ни одной звезды с параллаксом больше 1 секунды дуги.

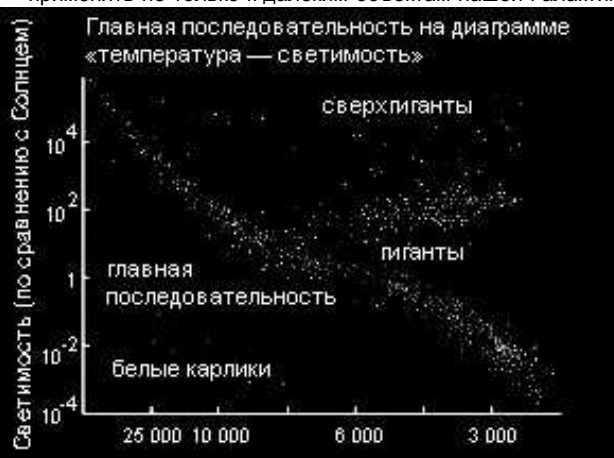
Для расстояний, измеренных параллактическим методом, была введена специальная единица длины — парсек (от параллактическая секунда, пк). В одном парсеке содержится 206 265 астрономических единиц, или 3,26 светового года. Именно с такой дистанции радиус земной орбиты (1 астрономическая единица = 149,5 миллиона километров) виден под углом в 1 секунду. Чтобы определить расстояние до звезды в парсеках, нужно разделить единицу на ее параллакс в секундах. Например, до самой близкой к нам звездной системы альфа Центавра $1/0,76 = 1,3$ парсека, или 270 тысяч астрономических единиц. Тысяча парсек называется килопарсеком (кпк), миллион парсек — мегапарсеком (Мпк), миллиард — гигапарсеком (Гпк).

Измерение чрезвычайно малых углов требовало технической изощренности и огромного усердия (Бессель, например, обработал более 400 отдельных наблюдений 61-й Лебедя), однако после первого прорыва дело пошло легче. К 1890 году были измерены параллаксы уже трех десятков звезд, а когда в астрономии стала широко применяться фотография, точное измерение параллаксов и вовсе было поставлено на поток. Измерение параллаксов — единственный метод прямого определения расстояний до отдельных звезд. Но при наземных наблюдениях атмосферные помехи не позволяют параллактическим методом измерять расстояния свыше 100 пк. Для Вселенной это не очень большая величина. («Здесь недалеко, парсеков сто», — как говорил Громозека.) Там, где пасуют геометрические методы, на выручку приходят фотометрические.

Геометрические рекорды

В последние годы все чаще публикуются результаты измерения расстояний до очень компактных источников радиоизлучения — мазеров. Их излучение приходится на радиодиапазон, что позволяет наблюдать их на радиоинтерферометрах, способных измерять координаты

объектов с микросекундной точностью, недостижимой в оптическом диапазоне, в котором наблюдаются звезды. Благодаря мазерам тригонометрические методы удается применять не только к далеким объектам нашей Галактики,



но и к другим галактикам. Так, например, в 2005 году Андреас Брунталер (Andreas Brunthaler, Германия) и его коллеги определили расстояние до галактики M33 (730 кпк), сопоставив угловое смещение мазеров со скоростью вращения этой звездной системы. А годом позже Йе Зу (Ye Zu, КНР) с коллегами применили классический метод параллаксов к «местным» мазерным источникам, чтобы измерить расстояние (2 кпк) до одного из спиральных рукавов нашей Галактики. Пожалуй, дальше всех удалось продвинуться в 1999 году Дж. Херстину (США) с коллегами. Отслеживая движение мазеров в аккреционном диске вокруг черной дыры в ядре активной галактики NGC 4258, астрономы определили, что эта система удалена от нас на расстояние 7,2 Мпк. На сегодняшний день это абсолютный рекорд геометрических методов.

Стандартные свечи астрономов

Чем дальше от нас находится источник излучения, тем он тусклее. Если узнать истинную светимость объекта, то, сравнив ее с видимым блеском, можно найти расстояние. Вероятно, первым применил эту идею к измерению расстояний до звезд Гюйгенс. Ночью он наблюдал Сириус, а днем сравнивал его блеск с крохотным отверстием в экране, закрывавшем Солнце. Подобрал размер отверстия так, чтобы обе яркости совпадали, и сравнил угловые величины отверстия и солнечного диска, Гюйгенс заключил, что Сириус находится от нас в 27 664 раза дальше, чем Солнце. Это в 20 раз меньше реального расстояния. Отчасти ошибка объяснялась тем, что Сириус на самом деле намного ярче Солнца, а отчасти — трудностью сравнения блеска по памяти.

Прорыв в области фотометрических методов случился с приходом в астрономию фотографии. В начале XX века Обсерватория Гарвардского колледжа вела масштабную работу по определению блеска звезд по фотопластинкам. Особое внимание уделялось переменным звездам, блеск которых испытывает колебания. Изучая переменные звезды особого класса — цефеиды — в Малом Магеллановом Облаке, Генриетта Левитт заметила, что чем они ярче, тем больше период колебания их блеска: звезды с периодом в несколько десятков дней оказались примерно в 40 раз ярче звезд с периодом порядка суток.

Поскольку все цефеиды Левитт находились в одной и той же звездной системе — Малом Магеллановом Облаке, — можно было считать, что они удалены от нас на одно и то же (пусть и неизвестное) расстояние. Значит, разница в их видимом блеске связана с реальными различиями в светимости. Оставалось определить геометрическим методом расстояние до одной цефеиды, чтобы прокалибровать всю зависимость и получить возможность, измерив период, определять истинную светимость любой цефеиды, а по ней расстояние до звезды и содержащей ее звездной системы.

Но, к сожалению, в окрестностях Земли нет цефеид. Ближайшая из них — Полярная звезда — удалена от Солнца, как мы теперь уже знаем, на 130 пк, то есть

находится вне пределов досягаемости для наземных параллактических измерений. Это не позволяло перекинуть мостик напрямую от параллаксов к цефеидам, и астрономам пришлось возводить конструкцию, которую теперь образно называют лестницей расстояний. Промежуточной ступенью на ней стали рассеянные звездные скопления, включающие от нескольких десятков до сотен звезд, связанных общим временем и местом рождения. Если нанести на график температуру и светимость всех звезд скопления, большая часть точек ляжет на одну наклонную линию (точнее, полосу), которая называется главной последовательностью. Температуру с высокой точностью определяют по спектру звезды, а светимость — по видимому блеску и расстоянию. Если расстояние неизвестно, на помощь опять приходит тот факт, что все звезды скопления удалены от нас практически одинаково, так что в пределах скопления видимый блеск все равно можно использовать в качестве меры светимости. Поскольку звезды везде одинаковые, главные последовательности у всех скоплений должны совпадать. Различия связаны лишь с тем, что они находятся на разных расстояниях. Если определить геометрическим методом расстояние до одного из скоплений, то мы узнаем, как выглядит «настоящая» главная последовательность, и тогда, сравнив с ней данные по другим скоплениям, мы определим расстояния до них. Этот метод называется «подгонкой главной последовательности». Эталоном для него долгое время служили Плеяды и Гиады, расстояния до которых были определены методом групповых параллаксов. К счастью для астрофизики, примерно в двух десятках рассеянных скоплений обнаружены цефеиды. Поэтому, измерив расстояния до этих скоплений с помощью подгонки главной последовательности, можно «дотянуть лестницу» и до цефеид, которые оказываются на ее третьей ступени. В роли индикатора расстояний цефеиды очень удобны: их относительно много — они найдутся в любой галактике и даже в любом шаровом скоплении, а будучи звездами-гигантами, они достаточно ярки, чтобы измерять по ним межгалактические дистанции. Благодаря этому они заслужили много громких эпитетов, вроде «маяков Вселенной» или «верстовых столбов астрофизики». Цефеидная «линейка» протягивается до 20 Мпк — это примерно в сто раз больше размеров нашей Галактики. Дальше их уже не различить даже в мощнейшие современные инструменты, и, чтобы подняться на четвертую ступень лестницы расстояний, нужно что-то поярче.

К окраинам Вселенной

Один из наиболее мощных внегалактических методов измерения расстояний основан на закономерности, известной как соотношение Талли — Фишера: чем ярче спиральная галактика, тем быстрее она вращается. Когда галактика видна с ребра или под значительным наклоном, половина ее вещества из-за вращения приближается к нам, а половина — удаляется, что приводит к расширению спектральных линий вследствие эффекта Доплера. По этому расширению определяют скорость вращения, по ней — светимость, а затем из сравнения с видимой яркостью — расстояние до галактики. И, конечно, для калибровки этого метода нужны галактики, расстояния до которых уже измерены по цефеидам. Метод Талли — Фишера весьма дальнобойный и охватывает галактики, удаленные от нас на сотни мегапарсек, но и у него есть предел, поскольку для слишком далеких и слабых галактик не получить достаточно качественных спектров.

В несколько большем диапазоне расстояний действует еще одна «стандартная свеча» — сверхновые типа Ia. Вспышки таких сверхновых представляют собой «однотипные» термоядерные взрывы белых карликов с массой чуть выше критической (1,4 массы Солнца). Поэтому у них нет причин сильно варьироваться по мощности. Наблюдения таких сверхновых в близких галактиках, расстояния до которых удается определить по цефеидам, как будто бы подтверждают это постоянство, и потому космические термоядерные взрывы широко применяются сейчас для определения расстояний. Они видны даже в миллиардах парсек от нас, но зато никогда не знаешь, расстояние до

какой галактики удастся измерить, ведь заранее неизвестно, где именно вспыхнет очередная сверхновая.

Продвинуться еще дальше позволяет пока лишь один метод — красные смещения. Его история, как и история цефеид, начинается одновременно с XX веком. В 1915 году американец Весто Слайфер, изучая спектры галактик, заметил, что в большинстве из них линии смещены в красную сторону относительно «лабораторного» положения. В 1924 году немец Карл Виртц обратил внимание, что это смещение тем сильнее, чем меньше угловые размеры галактики. Однако свести эти данные в единую картину удалось только Эдвину Хабблу в 1929 году. Согласно эффекту Доплера красное смещение линий в спектре означает, что объект удаляется от нас. Сопоставив спектры галактик с расстояниями до них, определенными по цефеидам, Хаббл сформулировал закон: скорость удаления галактики пропорциональна расстоянию до нее. Коэффициент пропорциональности в этом соотношении получил название постоянной Хаббла.

Тем самым было открыто расширение Вселенной, а вместе с ним возможность определения расстояний до галактик по их спектрам, конечно, при условии, что постоянная Хаббла привязана к каким-то другим «линейкам». Сам Хаббл выполнил эту привязку с ошибкой почти на порядок, которую удалось исправить только в середине 1940-х годов, когда выяснилось, что цефеиды делятся на несколько типов с разными соотношениями «период — светимость». Калибровку выполнили заново с опорой на «классические» цефеиды, и только тогда значение постоянной Хаббла стало близким к современным оценкам: 50—100 км/с на каждый мегапарсек расстояния до галактики.

Сейчас по красным смещениям определяют расстояния до галактик, удаленных от нас на тысячи мегапарсек. Правда, в мегапарсеках эти расстояния указывают только в популярных статьях. Дело в том, что они зависят от принятой в расчетах модели эволюции Вселенной, и к тому же в расширяющемся пространстве не вполне ясно, какое расстояние имеется в виду: то, на котором была галактика в момент испускания излучения, либо то, на котором она находится в момент его приема на Земле, или же расстояние, пройденное светом, на пути от исходной точки до конечной. Поэтому астрономы предпочитают указывать для далеких объектов только непосредственно наблюдаемую величину красного смещения, не переводя ее в мегапарсеки.

Красные смещения — это единственный на сегодня метод оценки «космологических» расстояний, сопоставимых с «размером Вселенной», и вместе с тем это, пожалуй, самая массовая техника. В июле 2007 года опубликован каталог красных смещений 77 418 767 галактик. Правда, при его создании использовалась несколько упрощенная автоматическая методика анализа спектров, и поэтому в некоторые значения могли вкрасться ошибки.

Игра в команде

Геометрические методы измерения расстояний не исчерпываются годичным параллаксом, в котором видимые угловые смещения звезд сравниваются с перемещениями Земли по орбите. Еще один подход опирается на движение Солнца и звезд друг относительно друга. Представим себе звездное скопление, пролетающее мимо Солнца. По законам перспективы видимые траектории его звезд, как рельсы на горизонте, сходятся в одну точку — радиант. Его положение говорит о том, под каким углом к лучу зрения летит скопление. Зная этот угол, можно разложить движение звезд скопления на две компоненты — вдоль луча зрения и перпендикулярно ему по небесной сфере — и определить пропорцию между ними. Лучевую скорость звезд в километрах в секунду измеряют по эффекту Доплера и с учетом найденной пропорции вычисляют проекцию скорости на небесной сфере — тоже в километрах в секунду. Остается сравнить эти линейные скорости звезд с угловыми, определенными по результатам многолетних наблюдений, — и расстояние будет известно! Этот способ работает до нескольких сотен парсек, но применим только к звездным скоплениям и потому называется методом групповых параллаксов. Именно так были впервые измерены расстояния до Гиад и Плеяд.

Вниз по лестнице, ведущей вверх

Выстраивая нашу лестницу к окраинам Вселенной, мы умалчивали о фундаменте, на котором она покоится. Между тем метод параллакса дает расстояние не в эталонных метрах, а в астрономических единицах, то есть в радиусах земной орбиты, величину которой тоже удалось определить далеко не сразу. Так что оглянемся назад и спустимся по лестнице космических расстояний на Землю.

Вероятно, первым удаленность Солнца попытался определить Аристарх Самосский, предложивший гелиоцентрическую систему мира за полторы тысячи лет до Коперника. У него получилось, что Солнце находится в 20 раз дальше от нас, чем Луна. Эта оценка, как мы теперь знаем, заниженная в 20 раз, продержалась вплоть до эпохи Кеплера. Тот хотя сам и не измерил астрономическую единицу, но уже отметил, что Солнце должно быть гораздо дальше, чем считал Аристарх (а за ним и все остальные астрономы).



Чем дальше от нас галактика, тем сильнее ее излучение сдвигается в красную сторону

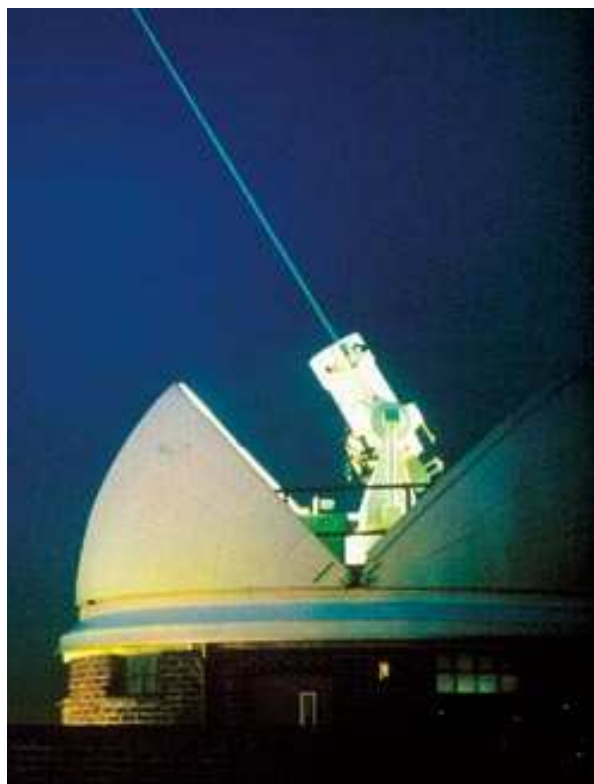
Первую более или менее приемлемую оценку расстояния от Земли до Солнца получили Жан Доминик Кассини и Жан Рише. В 1672 году, во время противостояния Марса, они измерили его положение на фоне звезд одновременно из Парижа (Кассини) и Кайенны (Рише). Расстояние от Франции до Французской Гвианы послужило базой параллактического треугольника, из которого они определили расстояние до Марса, а затем по уравнениям небесной механики вычислили астрономическую единицу, получив значение 140 миллионов километров.

На протяжении следующих двух веков главным инструментом для определения масштабов Солнечной системы стали прохождения Венеры по диску Солнца. Наблюдая их одновременно из разных точек земного шара, можно вычислить расстояние от Земли до Венеры, а отсюда и все остальные расстояния в Солнечной системе. В XVIII—XIX веках это явление наблюдалось четырежды: в 1761, 1769, 1874 и 1882 годах. Эти наблюдения стали одними из первых международных научных проектов. Снаряжались масштабные экспедиции (английской экспедицией 1769 года руководил знаменитый Джеймс Кук), создавались специальные наблюдательные станции... И если в конце XVIII века Россия лишь предоставила французским ученым возможность наблюдать прохождение со своей территории (из Тобольска), то в 1874 и 1882 годах российские ученые уже принимали активное участие в исследованиях. К сожалению, исключительная сложность наблюдений привела к значительному разбояю в оценках астрономической единицы — примерно от 147 до 153 миллионов километров. Более надежное значение — 149,5 миллиона километров — было получено только на рубеже XIX—XX веков по наблюдениям астероидов. И, наконец, нужно учитывать, что результаты всех этих измерений опирались на знание длины базы, в роли которой при измерении астрономической единицы выступал радиус Земли. Так что в конечном итоге фундамент лестницы космических расстояний был заложен геодезистами.

Только во второй половине XX века в распоряжении ученых появились принципиально новые способы определения космических расстояний — лазерная и радиолокация. Они позволили в сотни тысяч раз повысить точность измерений в Солнечной системе. Погрешность радиолокации для Марса и Венеры составляет несколько метров, а расстояние до угловых отражателей, установленных на Луне, измеряется с точностью до сантиметров. Принятое же на сегодня значение астрономической единицы составляет 149 597 870 691 метр.

Трудная судьба «Гиппарха»

Столь радикальный прогресс в измерении астрономической единицы по-новому поставил вопрос о расстояниях до звезд. Точность определения параллакса ограничивает атмосфера Земли. Поэтому еще в 1960-х годах возникла идея вывести угломерный инструмент в космос. Реализовалась она в 1989 году с запуском европейского астрометрического спутника «Гиппарх». Это название — устоявшийся, хотя формально и не совсем правильный перевод английского названия HIPPARCOS, которое является сокращением от High Precision Parallax Collecting Satellite («спутник для сбора высокоточных параллаксов») и не совпадает с англоязычным же написанием имени знаменитого древнегреческого астронома — Hipparchus, автора первого звездного каталога.



Погрешность измерения расстояния при лазерной локации Луны всего несколько сантиметров

Создатели спутника поставили перед собой очень амбициозную задачу: измерить параллаксы более 100 тысяч звезд с миллисекундной точностью, то есть «дотянуться» до звезд, находящихся в сотнях парсек от Земли. Предстояло уточнить расстояния до нескольких рассеянных звездных скоплений, в частности Гиад и Плеяд. Но главное, появлялась возможность «перепрыгнуть через ступеньку», непосредственно измерив расстояния до самих цефеид.

Экспедиция началась с неприятностей. Из-за сбоя в разгонном блоке «Гиппарх» не вышел на расчетную геостационарную орбиту и остался на промежуточной сильно вытянутой траектории. Специалистам Европейского космического агентства все же удалось справиться с ситуацией, и орбитальный астрометрический телескоп успешно проработал 4 года. Еще столько же продлилась обработка результатов, и в 1997 году в свет вышел

звездный каталог с параллаксами и собственными движениями 118 218 светил, в числе которых было около двухсот цефеид.

К сожалению, в ряде вопросов желаемая ясность так и не наступила. Самым непонятным оказался результат для Плеяд — предполагалось, что «Гиппарх» уточнит расстояние, которое прежде оценивалось в 130—135 парсек, однако на практике оказалось, что «Гиппарх» его исправил, получив значение всего 118 парсек. Принятие нового значения потребовало бы корректировки как теории эволюции звезд, так и шкалы межгалактических расстояний. Это стало бы серьезной проблемой для астрофизики, и расстояние до Плеяд стали тщательно проверять. К 2004 году несколько групп независимыми методами получили оценки расстояния до скопления в диапазоне от 132 до 139 пк. Начали раздаваться обидные голоса с предположениями, что последствия вывода спутника на неверную орбиту все-таки не удалось окончательно устранить. Тем самым под вопрос ставились вообще все измеренные им параллаксы.

Команда «Гиппарха» была вынуждена признать, что результаты измерений в целом точны, но, возможно, нуждаются в повторной обработке. Дело в том, что в космической астрометрии параллаксы не измеряются непосредственно. Вместо этого «Гиппарх» на протяжении четырех лет раз за разом измерял углы между многочисленными парами звезд. Эти углы меняются как из-за параллактического смещения, так и вследствие собственных движений звезд в пространстве. Чтобы «вытащить» из наблюдений именно значения параллаксов, требуется довольно сложная математическая обработка. Вот ее-то и пришлось повторить. Новые результаты были опубликованы в конце сентября 2007 года, но пока еще неясно, насколько при этом улучшилось положение дел.



Размещение лазерных отражателей, доставленных кораблями «Аполлон» и станциями «Луна»

Но этим проблемы «Гиппарха» не исчерпываются. Определенные им параллаксы цефеид оказались недостаточно точными для уверенной калибровки соотношения «период-светимость». Тем самым спутнику не удалось решить и вторую стоявшую перед ним задачу. Поэтому сейчас в мире рассматривается несколько новых проектов космической астрометрии. Ближе всех к реализации стоит европейский проект «Гайа» (Gaia), запуск которого намечен на 2012 год. Его принцип действия такой же, как у «Гиппарха», — многократные измерения углов между парами звезд. Однако благодаря мощной оптике он сможет наблюдать значительно более тусклые объекты, а использование метода интерферометрии повысит точность измерения углов до десятков микросекунд дуги. Предполагается, что «Гайа» сможет измерять килопарсековые расстояния с ошибкой не более 20% и за

несколько лет работы определит положения около миллиарда объектов. Тем самым будет построена трехмерная карта значительной части Галактики.

Вселенная Аристотеля заканчивалась в девяти расстояниях от Земли до Солнца. Коперник считал, что звезды расположены в 1 000 раз дальше, чем Солнце. Параллаксы отодвинули даже ближайшие звезды на световые годы. В самом начале XX века американский астроном Харлоу Шепли при помощи цефеид определил, что поперечник Галактики (которую он отождествлял со Вселенной) измеряется десятками тысяч световых лет, а благодаря Хабблу границы Вселенной расширились до нескольких гигапарсек. Насколько окончательно они закреплены? Конечно, на каждой ступени лестницы расстояний возникают свои, большие или меньшие погрешности, но в целом масштабы Вселенной определены достаточно хорошо, проверены разными не зависящими друг от друга методами и складываются в единую согласованную картину. Так что современные границы Вселенной кажутся незыблемыми. Впрочем, это не означает, что в один прекрасный день мы не захотим измерить расстояние от нее до какой-нибудь соседней Вселенной!

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

Статья адаптирована с сайта <http://www.vokrugsveta.ru> с разрешения сайта на страничке http://www.vokrugsveta.ru/vs/?article_id=6157

Журнал «Вокруг Света»: Лестница в бесконечность

ФОТОГРАФИРУЮТ ЛЮБИТЕЛИ АСТРОНОМИИ

Орион над Вологодой



Снимок **Лушканова Александра**, постоянного автора журнала «Небосвод», г. Вологда

Оптика для наблюдений Солнца в диапазоне Н-альфа

Не секрет, что практически каждый из нас желает собственными глазами взглянуть на наше дневное светило «вооружённым взглядом» и увидеть на диске не только привычные пятна, факельные поля и грануляцию, наблюдение которых в общем-то не представляет сейчас ни технической, ни экономической сложности. Но человеку всегда мало достигнутого, он хочет большего – протуберанцы, солнечные вспышки, детали хромосферы – вот она, мечта каждого. Есть один очень простой способ увидеть протуберанцы, простой до гениальности – полное солнечное затмение. К сожалению, оно происходит несколько реже, чем хотелось бы. Но научно-технический прогресс не стоит на месте, и то, что раньше было возможно лишь в мечтах, сегодня становится реальностью. Остались в прошлом гигантские солнечные телескопы, спектрогелиоскопы и коронографы Лио. Вернее, стали уделом обсерваторий, ведь их потенциал по-прежнему весьма высок. Но для простого любителя в настоящее время имеется немало (впрочем, и немного одновременно) возможностей увидеть все эти явления собственными глазами. Основное препятствие для широкого внедрения техники подобного рода в ряды любителей наблюдения Солнца – её высокая стоимость. Речь идёт о как минимум полутора десятках тысяч рублей (в ценах начала 2008 года). Стоит ли возможность собственными глазами увидеть то, что кроме вас доступно еще, быть может, нескольким тысячам человек на земле – решать, конечно же, Вам.

Итак, в настоящий момент на рынке астрооборудования представлены изделия нескольких фирм (на российском астрорынке выбор несколько скуднее, и ограничивается, пожалуй, лишь изделиями фирмы Coronado, некоторое время назад купленной фирмой Meade Instruments) – Baader Planetarium GmbH, Coronado, DayStar Filters, Lumicon International, Solarscope Ltd, Thousand Oaks optical, и Lunt Solar Systems (последняя – новый игрок на рынке Ha-систем, появившийся в связи с проблемами у Meade). При этом некоторые производители, например Lumicon, уже сняли с производства свои Ha-фильтры, но их пока ещё возможно купить на вторичном рынке. Связано это, вероятно, с тем, что массовая продукция Meade – Coronado PST- стоит меньше, а функционально показывает больше, чем вышеупомянутые Ha-фильтры. Однако продолжает выпускать подобные изделия фирма Thousand Oaks Optical, так что фактически существующие сейчас устройства для наблюдений Солнца в узком диапазоне можно разделить на 2 типа. Первый тип представляет собой некий набор фильтров, устанавливаемый пользователем на уже имеющийся у него телескоп, второй тип представляет собой уже готовый телескоп (как правило – рефрактор) с Ha-фильтрами, интегрированными в конструкцию. У обоих типов устройств есть свои плюсы и минусы, о которых мы по возможности поговорим ниже.

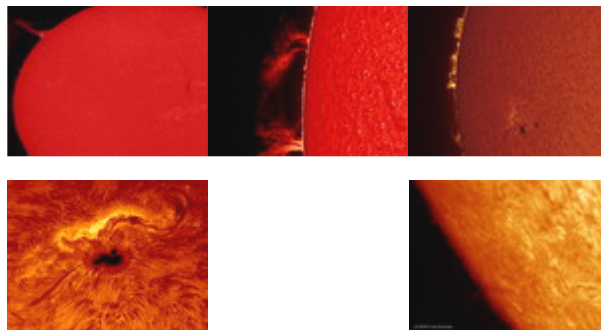
Немного теории

Для наблюдения многочисленных явлений, происходящих на Солнце, нам потребуется выделить из всего солнечного излучения узкую спектральную полосу с центром на 656,28 нм, т.е. на длине волны ионизированного водорода Н-альфа. При этом необходимо одновременно выполнить две задачи – ослабить видимое и невидимое излучение Солнца до безопасных значений (при этом постаравшись не потерять излучение нужного нам диапазона), и получить как можно более узкую полосу спектра, шириной не более (а лучше менее) 1,5 ангстрем (0,15 нм). Кроме того, желательно иметь возможность подвижки максимума пропускания в некоторых пределах, для наблюдения явлений, происходящих вне центральной полосы диапазона Н-альфа. Протуберанцы доступны для наблюдений при использовании более широкополосных фильтров (как правило 1-1,5 А), для наблюдений же деталей хромосферы потребуются фильтры с полосой пропускания менее 1А. (Заметим в скобках, что приписки – великая вещь, и получить качественное изображение тонких хромосферных деталей, используя фильтр с маркировкой 1А” гораздо

сложнее, чем при использовании фильтра с маркировкой 0,7А”, к примеру). Естественно, с ростом ширины полосы пропускания стоимость изделия стремительно падает. Тем не менее фильтры, даже изначально позиционируемые производителем, как “prominence system”, т.е. фильтры для наблюдения протуберанцев, с полосой пропускания 0,9-1,5 ангстрем по-прежнему нельзя назвать дешевыми и легко доступными.

Что в них видно

Древнеримские греки и прочие индусы в своё время применяли очень хороший метод доказательства. Они говорили «Смотри». Ваш покорный слуга решил пойти теми же тропами и беззастенчиво украл неисследованные картинки с сайта компании DayStar Filters, ибо они наиболее правдиво отражают реальность.



Комментарии к фото - слева направо.

- Вид с использованием фильтра с полосой пропускания около 1 ангстрема (в данном случае – 0,8А). Такие фильтры дают высококонтрастное изображение протуберанцев.
- Вид с использованием фильтра с полосой пропускания 0,7-0,8 А. Снова видны протуберанцы и в особо удачных случаях некоторые детали хромосферы в районе лимба.
- 0,6А. Ещё более высокий контраст хромосферных деталей, практически такой же, как и у протуберанцев
- 0,5А. То же, что 0,6 А, но ещё лучше. Больше возможностей наблюдения деталей не только на лимбе, но и на солнечном диске
- 0,3-0,4А.. Финал-апофеоз. Наивысший контраст тонких хромосферных деталей по всей поверхности.

Как они устроены

Как правило, все фильтры выполнены по одинаковой схеме, по крайней мере в идеологическом смысле. Сначала – блок уменьшения излучения Солнца, следом за ним – узкополосный фильтр той или иной конструкции. Конструкций не так уж много, но их техническое исполнение зависит от производителя. В случае использования интерференционных фильтров потребуется еще блокирующий фильтр, отсекающий паразитные линии и пропускающий именно требуемую для наблюдений линию Ha.

Фильтры для наблюдения протуберанцев обычно состоят из двух частей. Первая часть (так называемый Energy rejection filter) представляющая собой красный светофильтр из оптического стекла диаметром 50-100 мм, устанавливается перед объективом телескопа. Этот же светофильтр используется для отсекания инфракрасной и ультрафиолетовой составляющих солнечного излучения, но тут необходимо отметить, что разные производители по-разному подходят к этой проблеме. Теоретически, чем меньше УФ и ИК излучения попадёт на узкополосный фильтр, тем легче ему будет работать, ведь полоса пропускания (и её ширина, и местоположение максимума) критичны к температурным условиям. Сам же узкополосный фильтр устанавливается в окулярную часть телескопа и представляет собой, как правило, стеклянную поверхность, покрытую многослойным диэлектрическим покрытием. Нужно заметить, что такая конструкция хорошо работает в

параллельном световом пучке, но в телескопе, естественно, пучок этот сходящийся. Поэтому для нормальной работы таких фильтров требуется уменьшение относительного отверстия телескопа до величин порядка $f/20$ и менее. Именно этому требованию призваны служить небольшие размеры объективной части фильтра. В случае, когда требуемое относительное отверстие получить не удаётся, можно рекомендовать использование линз Барлоу до окулярной части На-фильтра. (Снова в скобках заметим, что и на системах с относительным отверстием порядка $f/10$ протуберанцы будут видны, но, уменьшая это число, мы повышаем качество получаемой картинки.). Так же существует возможность некоторого наклона окулярного фильтра относительно оптической оси. Эта функция нужна для более точной настройки максимума пропускания фильтра на диапазон На, а так же даёт некоторую возможность для наблюдения явлений, смещённых относительно На-диапазона вследствие доплеровского эффекта.

Для наблюдений же тонких хромосферных деталей нам потребуется существенно более узкополосный фильтр, технология его изготовления отличается от технологии изготовления фильтров для наблюдения протуберанцев, а вот технология использования остаётся прежней – 2 части фильтра, объективная и окулярная, требование малого относительного отверстия по-прежнему сохраняется.



Правда в данном случае у покупателя уже есть больший выбор, чем в случае фильтра для наблюдения протуберанцев. Есть как минимум два (третий - особняком,

мы рассмотрим его ниже, когда поговорим о Coronado PST, да и вообще о Коронадовской продукции) способа, или, если хотите, метода. Оба они имеют в основе своей использование в окулярной части эталона Фабри-Перро и узкополосного блокирующего фильтра. Эталон Фабри-Перро очень чувствителен к температурным режимам работы, отчего производители изготавливают целую конструкцию-термостат для поддержания необходимых температурных пределов (обычно в районе 37 градусов Цельсия). Естественно это накладывает некоторые ограничения на применение, как минимум необходим источник электроэнергии для работы термостата. Кроме того, наличие термостата не всегда даёт возможность установить систему заклона, и перенастройка диапазона занимает весьма длительное время. Однако только таким методом можно получить действительно узкую полосу пропускания фильтра в целом. Недостатки данного метода очевидны. Это прежде всего, необходимость источника электроэнергии. Да и стоимость таких фильтров очень высока. Связано это с тем, что кварцевые заготовки для эталона проходят строжайший отбор, что не может не увеличить итоговой стоимости эталона и всего фильтра. Производители подобной продукции разработали ещё один вид конструкции фильтра. В нём используется менее дорогая кварцевая заготовка, диапазон рабочих температур несколько расширен, что позволяет отказаться от термостатов и оборудовать систему заклона эталона (а это увеличивает оперативность точной подстройки). Недостатком этой конструкции можно назвать более пологие края полосы пропускания, по сравнению с предыдущим вариантом. Своим путём пошли конструкторы Coronado, отказавшиеся от использования эталона в сходящемся пучке, и разместившие его перед объективом телескопа. Таким образом им удалось обойти требование на значения относительного отверстия порядка $f/30$. Объективная часть такого фильтра состоит из первичного фильтра, отсекающего УФ и ИК диапазоны и часть диапазона видимого света, фактически это уже знакомый нам Energy rejection filter. Следом за ним (в том же корпусе) размещён полноапертурный эталон Фабри-Перро, оборудованный системой наклона. И вся эта конструкция крепится на объектив телескопа. Выпускаются фильтры разного диаметра, от 40 до 90 мм. Как уже было сказано выше, для успешной работы фильтров на основе эталона

дополнительно требуется блокирующий фильтр. Его, как правило, размещают в блоке диагонального зеркала. Диаметр блокирующего фильтра различен для различных телескопов и варьирует от 5 до 15 мм. Эта величина зависит от фокусного расстояния телескопа, с которым используется На-фильтр. Чем больше фокусное расстояние, тем больше требуется диаметр блокирующего фильтра.

Отличительной чертой Коронадовских фильтров следует назвать наличие небольшого центрального экранирования. Просто особенность конструкции, обойти которую разработчикам не удалось. Зато это вполне удалось британцам из Solarscope Ltd, правда они пока ограничены диаметрами. В настоящее время изготавливаются три типоразмера фильтров – 50,60 и 70 мм. Но рекорд габаритов На-фильтров в настоящее время принадлежит компании Lunt Solar Systems. Фирма эта новая, но персонажи в ней всё те же. Фактически это те же люди, которые в своё время создавали Coronado, работали в нём и после его поглощения корпорацией Meade, и лишь в конце 2007-го года вышли из её состава и организовали что-то своё. Это “своё” начинается с 50 мм фильтров, далее по возрастаню 60, 75, 100 и 160 мм, ведётся работы и по созданию 200-мм системы. Фильтры также лишены центрального экранирования, как и продукция Solarscope, идеологически все трое одинаковы (что впрочем вполне может подразумевать разные технологии, патентную чистоту и так далее до бесконечности), точно так же все трое выпускают как На-системы, так и готовые солнечные телескопы разных диаметров.

Важнейшая особенность данных На-фильтров – это широкая полоса пропускания – около 0,7-0,8 ангстрем. Но конструкторы и тут нашли выход из сложившейся ситуации. Правда этот выход получился довольно дорогим. Речь идёт о применении двух фильтров подряд, что позволяет сузить полосу пропускания до 0,5 ангстрем. Естественно на пути конструкторов встречались разные затруднения, которые побеждены разными способами в разных случаях, но так или иначе, потребитель имеет возможность наблюдения тонких хромосферных деталей без всяких ограничений в виде использования термостатов и малых относительных отверстий. Единственное ограничение – толщина кошелек.

Производители и их продукция, а так же цены и доступность на рынке

Ваш покорный слуга долго думал о необходимости этой главы, ведь в России не представлено никого из игроков на рынке производства солнечных фильтров и телескопов, кроме Coronado, который сейчас в составе Meade Instruments испытывает определённые трудности экономического характера. Тем не менее, отсутствие информации есть зло, поэтому небольшой сравнительный обзор с картинками не повредит. Да и приобретение астротехники за рубежом в настоящее время не представляет особого труда.

Фильтры для наблюдения протуберанцев

Итак, на иностранных торговых площадках сейчас остались лишь На-системы производства компании ThousandOaks Optical, ширина полосы пропускания 1,5 ангстрема (старый вариант) и 0,9 ангстрема (новый вариант). Для успешной работы относительное отверстие должно быть порядка $f/30$, а лучше - и того меньше. Стоимость их колеблется от 780 до 1050 долларов США, и зависит, прежде всего, от диаметра вот той самой части, что на картинке справа. Это модуль ERF,



непосредственно светофильтр имеет размеры от 1,25 до 6 дюймов, внешний же диаметр оправ позволяет использовать эти фильтры на телескопах с апертурой от 2,5 до 16 дюймов. На вторичном рынке эти

изделия так же присутствуют, и их цена существенно ниже, в среднем от 300 долл. США.

Вторая фирма, производившая H α -системы для наблюдения протуберанцев – Lumicon International. В настоящее время производство прекращено, у некоторых дилеров в продаже есть складские остатки. Стоимость колеблется от 700 до 900 долларов США в зависимости от размера префильтра (выпускались 58 и 77 миллиметровые фильтры) и внешнего диаметра оправы (7-16 дюймов). Полоса пропускания этих систем – 1,5 ангстрема, требуется очень малое относительное отверстие, от f/20 (а лучше 30-40) до f/60. Точно так же, как и в предыдущем случае, на вторичном рынке можно найти и Люмиконвскую продукцию по примерно таким же ценам.

Фильтры для наблюдения как протуберанцев, так и хромосферных деталей. (Производители даются в алфавитном порядке)



Baader Planetarium GmbH – немецкая фирма, имеет в продаже довольно большой спектр продукции для любителей солнечных наблюдений. Это и

знаменитая плёнка Astrosolar для наблюдения Солнца в белом свете, и призмы Гершеля разных размеров (для тех же целей), а так же коронографы Mark IV H-alpha Coronagraph. Из H α -фильтров присутствуют системы производства фирмы Solar Spectrum - с температурным контролем эталона. Размер эталона варьирует в следующих пределах: 19,25,32 и 46 мм, полоса пропускания от 0,8 до 0.2 ангстрем, стоимость от 2340 до 12 000 евро. Используются вместе с с-ERF модулем (фото справа) диаметром от 70 (225) до 180 (1375) миллиметров (в скобках цена в евро). На вторичном рынке эти H α -системы встречаются довольно редко, вероятно мешает их европейское происхождение.



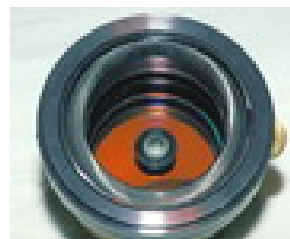
Coronado производит как солнечные телескопы в сборе, так и H α -фильтры отдельно. Продукция этой фирмы с полным основанием может считаться массовой, на её долю приходится основная часть рынка H α -систем вообще. Причин тому несколько, но в этой небольшой статье у

автора нет ни сил, ни желания их анализировать. Так или иначе, фирма производит (хотя правильнее уже говорить, «производила») солнечные фильтры SolarMax с диаметром эталона в 40,60, и 90 миллиметров, оборудованные системой наклона T-Max Tuner. На фотографиях представлен вид фильтра SM-60 с внешней и внутренней стороны. Полоса пропускания этих фильтров составляет 0,7 ангстрем, использование двух фильтров подряд позволяет уменьшить ширину полосы до 0,5 ангстрем. Эталон и ERF-фильтр конструктивно объединены в одном корпусе, который может быть установлен на

различные телескопы с помощью дополнительных адаптеров-переходников. Для нормальной работы системы требуется наличие



блокирующего фильтра, как правило, он интегрируется в диагональное зеркало. Хотя иногда продаётся и окулярный адаптер (с фильтром диаметром 30 мм). Рабочий диаметр блокирующего фильтра 5,10, 15 и 30 мм, требуемый размер определяется фокусным расстоянием телескопа, с которым будет использоваться H α -система (чем более длиннофокусный телескоп, тем более крупный фильтр должен быть использован). Стоимость систем начинается от 1050 долларов США за 40 мм эталон и 5 мм блокирующий фильтр, и заканчивается в районе пяти с половиной тысяч долларов США за 90 мм эталон с блокирующим фильтром в 30 мм. Очевидно, что это – минимальные цены за продукцию для наблюдений Солнца в диапазоне H α . Для уменьшения ширины полосы пропускания можно применять двойную фильтрацию, используя одновременно два эталона.



Имеются в продаже и готовые солнечные телескопы SolarMax с той же, что и фильтры, апертурой в 40,60 и 90 мм, с одинарной или двойной фильтрацией, стоимостью от 1699 долларов США за 40 мм телескоп с одним эталоном и 10-мм блокирующим фильтром до 12910 долларов США за 90-мм телескоп с двойной фильтрацией и блокирующим фильтром в 30 мм.

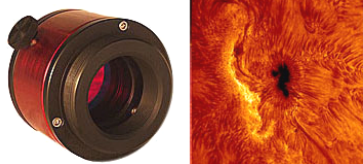


Coronado выпускает и телескопы, работающие в линии излучения ионизированного кальция, но это скорее фотографические аппараты, так как глаз человеческий обладает крайне низкой чувствительностью к излучению с длиной волны менее 400 нанометров. Отдельного упоминания заслуживает Coronado PST, Personal Solar Telescope. Причём настолько отдельного, что будет рассмотрен ниже, в виде либо отдельной главы, либо отдельной статьи.

DayStar Filters предлагает покупателям довольно большой спектр разнообразных узкополосных фильтров, кроме двух вариантов фильтра диапазона H α имеются так же фильтры диапазона излучения ионизированного кальция - Calcium H (3969A) и Calcium K-line (3933.7A), а так же фильтр Sodium Na- D line



(5895.9A). Последние тоже используются для наблюдения Солнца, но они гораздо менее распространены, по крайней мере, в среде любителей. Остановимся более подробно на фильтрах интересующего нас диапазона. Первый вариант, слева, тот самый эталон в термостате, модель Quantum. (Модель новая, существенно переработанная) Справа же можно видеть второй вариант – T-scanner. Фильтры Quantum производятся в двух модификациях – standart edition и professional edition. Отличий не так уж и много, но на стоимость конечного продукта они влияют очень сильно, разница в ценах фильтров с одинаковой шириной полосы составляет 60-70 процентов.

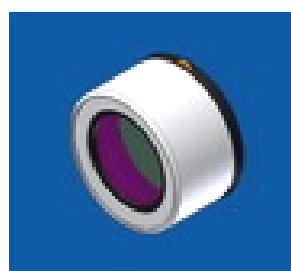


Доступны фильтры с полосой пропускания от 0,8 до 0,4 ангстрем при ценах от 2850 до 9000 долларов США, по особому заказу могут быть изготовлены фильтры с шириной полосы в 0,3 ангстрема.



T-scanner более демократичен, выпускаются модели с той же шириной полосы (от 0,8 до 0,4 А; 0,3А-так же на заказ), цены начинаются с 1625 и заканчиваются примерно четырьмя тысячами долларов США. И Quantum и T-scanner требуют наличия ERF-фильтра, показанного на фото слева, (стоимость от

\$125 за 25 мм до \$1000 за 160 мм апертуры), по-прежнему необходимо использование телескопов с малым относительным отверстием (f/30 и менее). Также для любителей доступны солнечные телескопы, уже оснащённые фильтрами производства Daystar. Так сказать, для ленивых. Ибо собственно телескопы ничего выдающегося собой не представляют, но наличие фильтра существенно повышает их стоимость. Раза в два. Для телескопов элитного уровня (например, TeleVue) коэффициент поменьше, но тоже от 1,3 до 1,5. По мнению автора данной статьи, Ha-системы такого типа не получили к настоящему времени широкого распространения среди любителей прежде всего в связи с высокой стоимостью. Тем не менее, на вторичном рынке иногда присутствуют фильтры этого производителя, хотя и в единичных случаях.



Lunt Solar Systems – новый производитель солнечных фильтров и телескопов. Пока о продукции этой фирмы ничего, кроме рекламных материалов, неизвестно. По материалам доступных источников можно только сказать, что планируются к

продаже полноапертурные фильтры коронадовского типа, но без центрального экранирования, диаметром от 50 до 160 мм (ERF+заклоняемый эталон в одном флаконе (фото слева)) и к ним блокирующий фильтр, интегрированный в диагональное зеркало (фото справа) диаметром от 6 до 32 мм. Также планируется выпуск солнечных телескопов (рефракторы с

апертурой в 60 мм и фокусным расстоянием в 600 мм) с уже предустановленным солнечным фильтром, ходят слухи о 100-мм рефракторах и 200 мм рефлекторах. По ТТХ фильтров можно сказать пока следующее: < 0,75 ангстрем в стандартном варианте и < 0,55 ангстрем – в варианте двойной фильтрации.

Объявлены цены : от 699 долл США за 50 мм фильтр до 4846 долл США за 100 мм фильтр (цена указана на полную комплектацию, т.е. апертурный и блокирующий фильтры вместе). К сожалению, в европейском отделении объявлены точно такие же цены в цифрах, но вот денежная единица другая, европейская. С учётом того, что из-за всей Lunt`овской продукции (и вопросов ценообразования, если хотите) отчётливо проглядывают уши Coronado[Meade] (ибо падающего - подтолкну), остаётся пожелать новичку удачи с выходом на рынок Ha-систем. Должен же кто-то занять пустующую нишу.



Solarscope Ltd –ещё одни европейцы, а точнее британцы. Так же как и большинство производителей, изготавливают солнечные фильтры в двух частях - эталон+ERF в одном корпусе и блокирующий фильтр в окулярную часть. На фотографии слева-блокирующий фильтр, справа – апертурный фильтр, фото не в масштабе. Выпускаются 50,60 и 70 мм апертурные фильтры без центрального экранирования, ширина полосы <0,7 ангстрем. Применяя двойную фильтрацию, ширину полосы можно уменьшить до <0,5 ангстрем. Стоимость изделий начинается от 2645 английских фунтов за набор с 50-мм эталоном до 4275 английских фунтов за 70-мм вариант. Желаящие пообщаться к более узкополосным наблюдениям могут это сделать, увеличив свои затраты почти в 1,8 раза. Возможно и приобретение солнечного телескопа на основе 50 и 60 мм эталонов (одинарных, <0,7A) и 50 и 60мм соответственно рефракторов-ахроматов неизвестного



происхождения. Цены – 2895 и 3795 английских фунтов соответственно. В штатную комплектацию окуляр и диагональное зеркало, представленные на фотографии выше, не входят. На вторичном рынке присутствуют некоторые изделия этого производителя, цена, как правило, составляет 50-80 процентов от цены новых.

Вячеслав Гордин, любитель астрономии, г. Москва
Электронная версия <http://www.astrogalaxy.ru/752.html>

Приемные антенны для радиоастрономических наблюдений в любительских условиях. (краткое пособие)

Для тех, кто захочет более подробно ознакомиться с антеннами, их типом и принципом работы, рекомендую книгу И.Н.Григорова «Антенны для радиолюбителей». Я вообще очень рекомендую ЛА, желающим серьезно заняться радиоастрономическими наблюдениями, прочесть эту книгу. Книга К.Ротхаммеля «Антенны», увы, безнадежно устарела, хотя первоначальное знакомство с типом антенн и их работой там описано не плохо.

Перед изготовлением какой-либо антенны, не зависимо от того, что Вы собираетесь наблюдать, рекомендую прочесть работу В.Мечинского «Наблюдение метеоров в радиодиапазоне. Том 1». Эта работа размещена на сайте www.belastro.net, в ней хорошо описана общая теория работы антенн. По вышеупомянутым причинам, я не буду заострять внимание на теории, а перейду непосредственно к описанию практических схем антенн, их сравнительным характеристикам и настройке.

1. Антенны КВ диапазона для приема радиоизлучения Юпитера.

В журнале «Небосвод» №11 за 2007г в статье И.Анкудиновым, для приема радиоизлучения Юпитера, была предложена укороченная магнитная рамка. Нет ничего более не правильного! Магнитные рамки характеризуются очень широкой полосой пропускания при крайне малом КПД, даже теоретически не превосходящим значения 30%. На практике же он гораздо ниже и не превосходит значения 10-15%. Кроме того, при их использовании, встает вопрос согласования мизерного волнового сопротивления антенны (0.5 – 1.5ома) с 50-ти омным входным сопротивлением РПУ. Эта задача выполнима только теоретически и практически очень подготовленному специалисту. В радиолюбительской практике они используются, как антишумовые, когда другой тип антенн не применим.

Для приема радиоизлучения Юпитера необходима полноразмерная антенна, диапазона 18-22мгц, с высоким КПД и ярко выраженными направленными свойствами в диаграмме направленности. Направленные антенны дают возможность выделить слабый сигнал на фоне сильных помех, что важно при загроможденности диапазонов в наше время. Но, создать такую антенну, из-за столь широкой полосы необходимого приема, крайне и крайне сложно. Поэтому ограничимся полосой частот 19.5-21мгц (см.статью «Теоретические и практические аспекты приема радиоизлучения Юпитера») с центральной частотой для наших расчетов 20мгц.

Построить монобэндную антенну с острой диаграммой направленности по типу антенн «волновой канал» или «двойной квадрат», для полосы рассматриваемых частот, сложно. Такая антенна требует серьезных материально-технических затрат, представляет собой весьма внушительное по размерам сооружение. Подавляющее большинство радиолюбителей, даже те кто активно работают в эфире и являются фанатами любительской КВ связи, не обладают данным типом антенн. Поэтому я рассмотрю проволочные направленные антенны, которые РЕАЛЬНО может построить ЛА в домашних условиях, которые ГАРАНТИРОВАННО будут работать. Из соображений механической прочности, все описанные проволочные антенны следует строить из медного провода диаметром не менее 2.5мм.

• Слоппер.

Слоппером называется полуволновый диполь, расположенный под углом к горизонту. Оптимум угла наклона находится в пределах 35-55 градусов. При этом вертикальный угол основного лепестка излучения равен 30-

40 градусам при ширине диаграммы около 100-120 градусов. Азимут максимума ДН будет соответствовать направлению нижнего вибратора антенны. Входное сопротивление антенны близко к значению 40-50ом, при условии, что ее центр (точка подключения кабеля) находится на высоте $\frac{1}{2}\lambda$ над подстилающей поверхностью. КПД антенны близок к 95%, полоса пропускания составляет 15-20% от резонансной. Для запитки антенны лучше применить кабель с волновым сопротивлением 50ом. Общая резонансная длина полотна антенны рассчитывается по формуле: $L(м)=142.5/F(Мгц)$

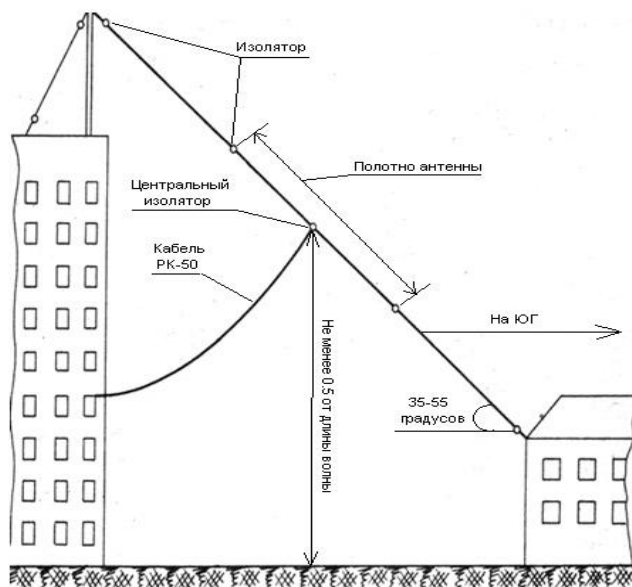


Рис.1

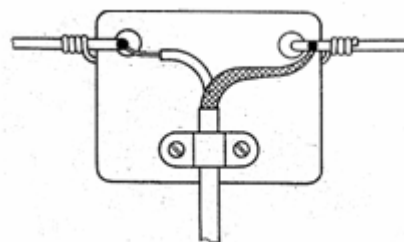
Длина одного плеча:

$$l(м)=71.25/F(Мгц)$$

Подставляя нашу частоту в формулу [1], получим $L=7м$ 12см.

Классический вид слоппера показан на Рис.1. Антенну можно расположить и на крыше одного дома, применив для ее установки мачту. Окрестность в направлении главного лепестка ДН должна быть открыта, по меньшей мере на расстоянии 3-4λ от антенны.

Рис.2



Кабель питания должен подходить к основному полотну антенны перпендикулярно. В противном случае он исказит ДН и параметры антенны значительно ухудшатся. В качестве изоляторов можно использовать достаточно пластины из оргстекла или текстолита, толщиной 8-10мм. На центральном изоляторе кабель крепится в нижней части пластины с помощью металлической скобы. Оплетка кабеля и центральная жила распадаются без натяга, так чтобы вес кабеля воспринимался скобой. Оплетку и центральную жилу можно подключить посредством болтового соединения. Способ крепления кабеля показан на Рис.2.

• Проволочная антенна «волновой канал».

Если дом ЛА расположен параллельно другому, высота домов равна и уличный проем по азимуту близок к южному то, для приема радиоизлучения Юпитера, можно построить проволочную антенну с высоким коэффициентом усиления. Предлагаемый тип антенн носит название «волновой канал» или Yagi. Активным элементом в предлагаемой

антенне служит шлейфовый вибратор. Общая длина его полотна рассчитывается по формуле:

$$L(m) = 281.6 / F(\text{МГц})$$

Расстояние между сторонами шлейфового (петлевого, что одно и то же) вибратора следует выбрать равным 150мм. Первый пассивный элемент – директор, направлен в сторону принимаемого сигнала и на 5% короче активного шлейфового элемента. Его длина рассчитывается по формуле:

$$L(m) = 133.76 / F(\text{МГц})$$

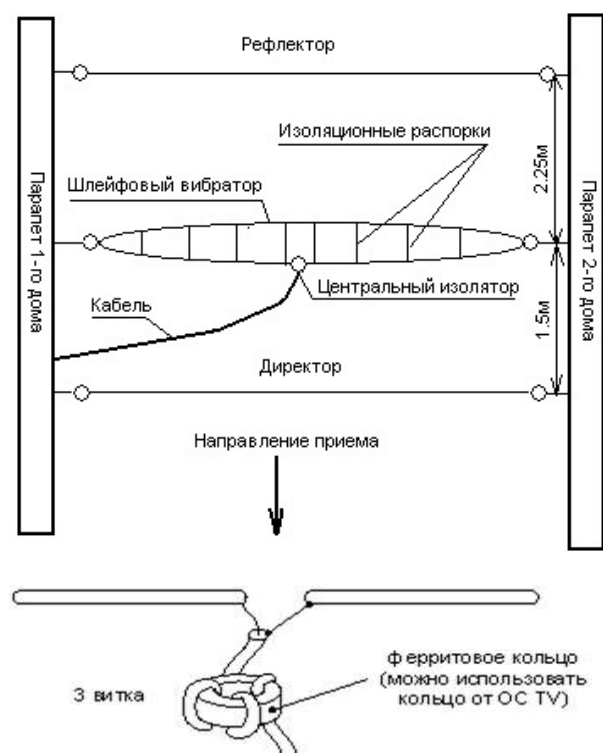
Располагается он параллельно и строго на той же высоте, что и активный элемент. Расстояние от шлейфового вибратора до директора равно 0.1λ , что в нашем случае составляет 1.5м.

Такая антенна имеет входное сопротивление близкое к 75омам. Можно еще повысить усиление антенны, добавив третий элемент – рефлектор. Его длина на 5% больше активного элемента и рассчитывается по формуле:

$$L(m) = 147.84 / F(\text{МГц})$$

Расстояние от вибратора до рефлектора 0.15λ , что составляет для частоты 20мгц 2м 25см. Рефлектор располагается относительно шлейфового вибратора по другую сторону от директора, параллельно и на той же высоте. Входное сопротивление трехэлементной антенны близко к значению 40ом и для ее питания следует примерить кабель РК-50. Угол излучения обеих типов антенн «волновой канал» находится в пределе от 20-30 градусов, при ширине основного лепестка в ДН близким к 60-80 градусам. Полоса пропускания меньше чем у слоппера или дельты и равна 10-15% от резонансной частоты. Минимальная высота подвеса подобной антенны $\frac{1}{2}\lambda$, т.е. 7.5м. Общий вид антенны приведен на Рис.3.

Рис. 3 и 4



Все вышеописанные антенны являются симметричными (в электрическом плане). Прямое подключение к ним не симметричного коаксиального кабеля приведет к искривлению ДН, что повлечет за собой работу кабеля в качестве дополнительной антенны (антенный эффект). Это приведет к рассогласованию кабеля с антенной и приему большого уровня внеполосных помех, что при приеме слабых сигналов абсолютно не допустимо! Избежать этого можно двумя путями. Первое, что следует выполнить до подъема антенны на ее рабочую высоту, это засимметрировать кабель в точке его подключения к полотну антенны. Сделать это очень просто. Достаточно включить в оплетку кабеля небольшое индуктивное сопротивление. Для этого достаточно намотать три витка

кабеля по ферритовому кольцу от отклоняющей системы телевизора. Схематично это показано на Рис.4.

Второе, что следует сделать, это отмерить длину кабеля не абы какую, а равную $\frac{1}{2}\lambda$ или кратную нечетному количеству полуволн. При такой длине кабель работает в режиме «бегущей волны» полуволновым повторителем, не трансформируя по своей длине входное сопротивление антенны. Длина полуволнового повторителя рассчитывается по формуле:

$$L(m) = n \times \frac{1}{2} \lambda \times k$$

Где, n – нечетное количество полуволн, k – коэффициент укорочения кабеля. Если изоляционный материал между оплеткой и центральной жилой фторопласт, то $n=0.7$, если полиэтилен $n=0.66$

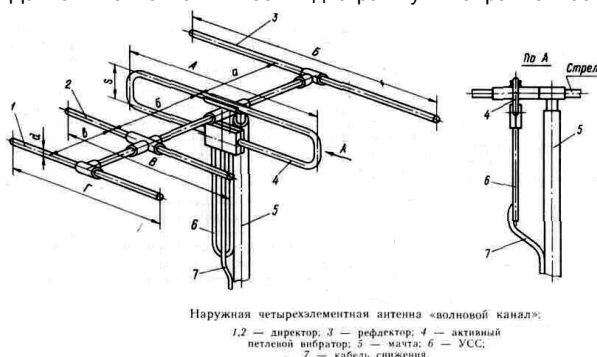
На этом обзор доступных по средствам ЛА антенн, пригодных для приема радиоизлучения Юпитера, я завершаю и перехожу к описанию антенн для наблюдений радиометеоров.

2. Антенны УКВ диапазона для наблюдения радиометеоров.

Из работы В.Мечинского «Наблюдение метеоров в радиодиапазоне. Том 1» следует, что наиболее весомый результат при наблюдении радиометеоров, может быть получен, когда в качестве отраженного сигнала используется несущая частота TV передатчика метрового диапазона волн. В связи с этим, все размеры нижеописанных антенн оптимизированы под первые 12 каналов телевизионного вещания.

Рис.5 Четырехэлементная антенна «волновой канал»

Данная антенна имеет диаграмму направленности,



расположенную в трех координатах в виде вытянутой сигары в сторону ТЦ. Такая диаграмма образуется в результате сложения полей активного вибратора, рефлектора и двух директоров. Четырехэлементная антенна состоит из активного петлевого вибратора 4, рефлектора 3, двух директоров 1 и 2, укрепленных на одной несущей стреле, и устройство согласования – симметрии (УСС). Стрела устанавливается на мачте в точке равновесия (центре тяжести). Подключение кабеля снижения 7 к активному вибратору 4 производится с помощью УСС 6. Но наиболее надежной конструкцией является сварная: она долго выдерживает постоянное воздействие климатических и механических нагрузок. Такая антенна наиболее технологична. При распылке коаксиального кабеля в монтажной коробке, а также при монтаже и разделке оплетку кабеля нельзя разрезать. Ее всегда расплетают и паяют, предварительно скрутив проволоочки в одну или две косички. При разделке коаксиального кабеля необходимо следить за тем, чтобы случайно не подрезать проволоочки центральной жилы и чтобы на нее не замкнулись проволоочки оплетки. Токоведущие провода и жилы коаксиального кабеля к вибраторам антенны в распределительной коробке лучше припаивать или прикреплять винтами с гайками, тщательно зачищая места соединения. В соединениях не должно быть ржавчины и окислов. Изготавливается антенна из металлических трубок одинакового диаметра в пределах определенной частоты телевидения. Можно рекомендовать

к применению тонкостенные трубки диаметром 18 мм для 1—5-го каналов, диаметром 12 мм — для 6—12-го.

Таблица 1.

Конструктивные размеры четырехэлементной антенны «волновой канал»

Каналы	Размеры, мм							
	А	Б	В	Г	а	б	в	С
1	2740	3130	2490	2470	1200	700	680	90
2	2330	2650	2100	2050	1020	600	580	90
3	1760	2010	1600	1570	760	450	430	85
4	1600	1850	1450	1430	700	405	400	85
5	1490	1690	1330	1305	640	390	370	80
6	750	850	730	710	300	200	450	80
7	690	840	680	670	290	200	450	80
8	680	800	660	660	290	200	440	80
9	660	760	640	610	290	160	430	75
10	605	700	610	610	260	190	430	70
11	580	690	580	580	260	190	390	70
12	560	670	560	560	245	250	385	70

Рамочные антенны.

На рисунке ниже показана 2-х элементная рамочная антенна представляет собой провод (трубку и другие профили), согнутый в виде квадрата, сторона которого равна четверти длины волны. Такой рамочный вибратор можно рассматривать как систему, состоящую из двух простых синфазных вибраторов, согнутых по краям. Радиус закругления произвольный, но он не должен превышать 1/10 стороны квадрата. В практике применяются двух- и трехэлементные рамочные антенны. Рамки выполняют из металлических трубок диаметром 10...20 мм для антенн каналов 1...5 и 8...15 мм для антенн каналов 6...12. Верхняя стрела соединяет середины обеих рамок и может быть металлической, нижняя изготовлена из изоляционного материала. Концы активной вибраторной рамки крепятся к пластине размером 30 x 60 мм, изготовленной из гетинакса, текстолита или оргстекла толщиной 6...8 мм и расплющиваются. Мачта должна быть деревянной, по крайней мере ее верхняя часть. Металлическая часть мачты должна заканчиваться на 1,5 м ниже антенны. Антенна крепится к мачте в центре тяжести. Рамки антенны должны быть расположены одна относительно другой так, чтобы их воображаемые центры (точки пересечения диагоналей квадратов) находились на горизонтальной прямой, направленной на передатчик. Активная рамка подключается к фидеру с помощью четвертьволнового симметрирующего шлейфа.

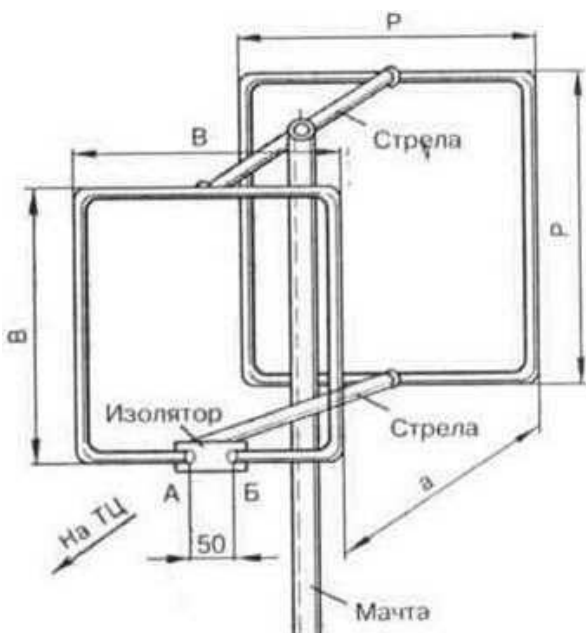


Рис.6

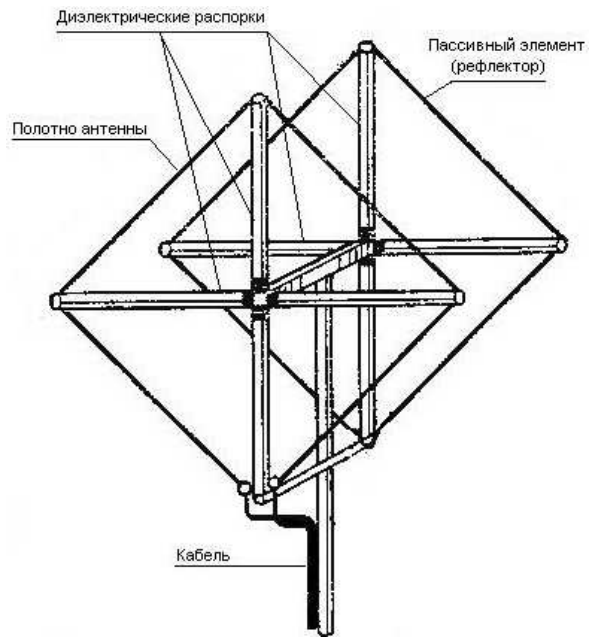


Рис. 7

Коэффициент усиления 2-х элементной рамочных антенн такой же, как и у 4-х элементной антенны типа «волновой канал», при вдвое больше полосе пропускания. Это объясняется тем, что активной приемной частью каждой рамки являются ее верхняя и нижняя горизонтальные части, запитанные синфазно. Преимущество антенн данного типа перед «волновым каналом» заключается еще и в том, что антенну можно выполнить целиком из медного провода. Размеры элементов и рабочие качества антенны, в силу ее широкополосности, полностью сохраняются. Пример такого исполнения 2-х элементной антенны показан на рис. 7.

Таблица 3.

Геометрические размеры антенны «Двойной квадрат», мм

Элемент	Телевизионный канал											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Р	1630	1370	1050	950	870	460	440	420	405	390	375	360
В	1450	1220	930	840	770	410	390	370	360	345	330	320
а	900	760	580	530	480	250	240	230	220	210	210	200

Согласующе – симметрирующие устройства (ССУ) для антенн УКВ диапазона.

Под согласованием понимают обеспечение равенства волнового сопротивления фидера с входным сопротивлением антенны и РПУ. Симметрирование — это подключение симметричной антенны (имеется в виду «электрическая» симметрия) к несимметричному фидеру (коаксиальный кабель), при котором исключаются протекание токов по внешнему проводнику (оплетке) фидера и его антенный эффект. Антенный эффект может возникнуть в любом фидере при неправильном подключении его к антенне, что приводит к искажению диаграммы направленности антенны и приему помех. Если фидерная линия возбуждается под действием электромагнитного поля, при приеме сигналов от близкого расположенного передатчика на вход РПУ будут поступать два сигнала — от антенны и фидера. Более слабый сигнал, принятый фидерной линией, достигнет входа первым. В условиях дальнего приема антенный эффект приводит к уменьшению соотношения сигнал/шум на входе приемника. Симметрирующее устройство должно выполнять роль перехода, который позволяет соединить симметричные относительно земли антенны с несимметричным фидером.

Согласующее устройство должно преобразовать входное сопротивление антенны до уровня волнового сопротивления фидера, благодаря чему обеспечивается максимальный сигнал на входе РПУ.

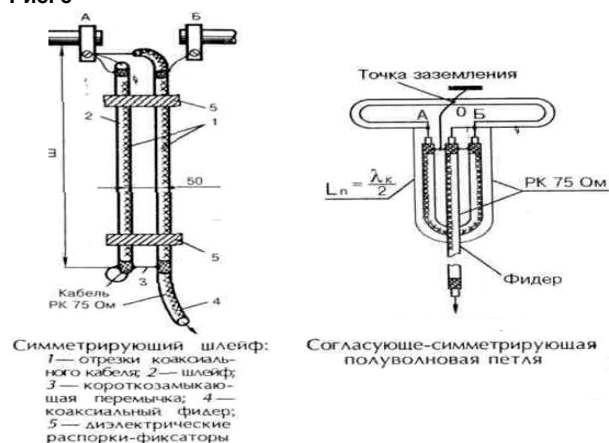
Симметрирующий короткозамкнутый шлейф представляет собой четвертьволновый мостик из отрезка коаксиального кабеля (Рис.8). Он применяется для симметрирования питания рамочных антенн. Оплетку фидера и центральный проводник припаивают к вибратору антенны. Нижний конец шлейфа (2) соединяют с оплеткой фидера (4) с помощью жесткой перемычки (3), которая одновременно фиксирует расстояние между кабелями. Оплетки кабелей (1) и (2) припаивают друг к другу легкоплавким припоем во избежание оплавления изоляции. Отрезок шлейфа выполняют из кабеля, который идет для изготовления фидера. Оба конца центрального провода кабеля можно срезать заподлицо и оставить разомкнутыми или спаять с оплетками, так как он не участвует в работе шлейфа. Для обеспечения параллельности кабелей необходимо установить между ними изоляционные распорки (5). Вместо них можно закрепить кабели параллельно друг другу на изоляционной пластине.

Полуволновая согласующе-симметрирующая петля используется для подключения несимметричного фидера к петлевому вибратору антенн типа «Волновой канал». Симметрирование петлевого вибратора с помощью отрезка кабеля, длина которого составляет половину длины волны в кабеле, достигается сдвигом фазы сигнала на 180°. Поэтому напряжения на входных зажимах А и Б петлевого вибратора относительно точки нулевого потенциала 0 имеют противоположные фазы, что обеспечивает симметрию токов в левой и правой частях вибратора. На внешнюю поверхность оплетки кабеля токи не затекают, так как оплетка изолирована от вибратора. Оплетки кабелей фидера и петли необходимо спаять друг с другом. Размеры описанных выше устройств для метровых волн приведены в Табл.3.

Таблица 3.

Согласующе-симметрирующие устройства диапазона метровых волн, мм			
Номер канала	Средняя длина волны канала	Полуволновая петля	Шлейф
1	5720	1900	1430
2	4840	1610	1210
3	3750	1240	935
4	3410	1120	850
5	3130	1030	780
6	1680	560	420
7	1610	535	400
8	1550	515	385
9	1480	495	370
10	1430	475	355
11	1370	455	340
12	1320	440	330

Рис. 8



3. Кабельно-фидерные линии.

Фидер антенны желательно выполнить из целого куска кабеля, так как соединение из двух или нескольких отрезков, как правило, нарушает однородность волнового сопротивления, что приводит к появлению отраженных сигналов и приему фидером внеполосных излучений (помех).

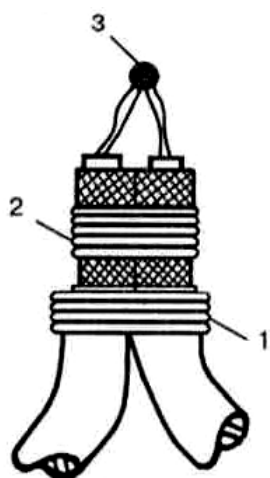
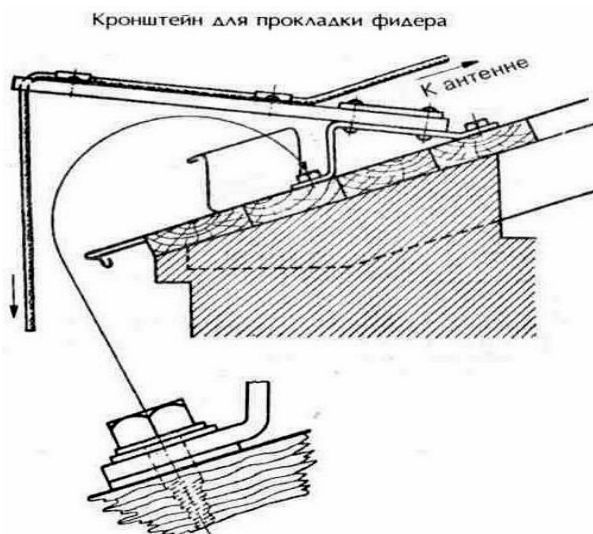
Для соединения кабелей типа РК существует несколько способов. Наиболее простой из них — сращивание с помощью проволочного бандажа (Рис. 9).

При этом часть изоляции кабеля не восстанавливается, что приводит к нарушению волнового сопротивления в месте пайки, кроме того, возрастают потери сигнала. Поэтому такой способ сращивания кабелей пригоден только на частотах КВ диапазона. Наиболее распространенный способ сращивания отрезков кабеля — в стык (Рис. 10). Он используется на УКВ частотах и осуществляется в четыре этапа. На первом этапе на каждом из составляемых концов внешнюю оболочку разрезают на две части длиной по 80 мм, которые отгибают в противоположную от конца кабеля сторону и временно закрепляют. Медную оплетку на концах кабеля расплетают на 15 мм. Прядки оплетки отгибают в противоположную соединению сторону. Нерасплетенную часть оплетки сдвигают в ту же сторону. С каждого конца кабеля с центрального провода снимают изоляцию на 30 мм. Внутренние проводники концов кабеля соединяют в навив, если центральный провод многопроволочный. Если он однопроволочный и достаточно толстый (например, у кабеля марки РК-75-9-12 диаметр внутреннего проводника равен 1,37 мм), то оба конца центрального провода следует спилить до половины с помощью надфиля примерно на 10 мм, залудить, а при пайке наложить один на другой, чтобы не было выступающих частей. Если центральные провода тонкие, их можно сложить внахлест на 10 мм (заходят друг за друга), а затем произвести пайку. Предварительно место пайки покрывают флюсом из раствора канифоли. Пайку с помощью кислоты использовать не следует, т.к. даже после тщательной промывки остается не большое количество едких солей, разъедающих место пайки. Далее необходимо восстановить изоляцию. В трубке делают продольный разрез и на место пайки надевают полиэтиленовую трубку из отходов кабеля длиной около 30 мм. Швы трубки и места соединения с изоляцией нагревают до растекания полиэтилена. На следующем этапе сращивают оплетки кабелей. Для этого их снова сдвигают к концам кабелей. Концы оплеток для большей прочности можно обмотать несколькими витками луженой голой монтажной проволоки, а затем после обработки флюсом места соединения произвести пайку. На последнем этапе на оплетку накладывают отогнутые концы защитной оболочки. При необходимости их укорачивают. Во избежание проникновения влаги внутрь кабеля место соединения поверх защитной оболочки обматывают двумя слоями изоляционной ленты марки ПВХ. При установке антенны важно выбрать способ присоединения к ней кабеля, так как неприкрытые контакты наружной антенны, подвергаясь воздействию коррозии, могут значительно ухудшить качество ее работы.

Для защиты контактов от воздействия влаги место соединения кабеля с антенной заключают в соединительную коробку, которая одновременно используется и для крепления вибратора к несущей траверсе (стреле) антенны. Для замедления окисления места соединения кабелей в соединительной коробке заливают стеарином, воском или эпоксидной смолой. При наружной проводке кабель укладывают вдоль мачты и крепят к ней скобами в интервале 0.5...1 м. По ближайшему гребню крыши кабель подводят к кронштейну (Рис.11). Это устраняет трение кабеля о выступающие острые края строения. Один из концов деревянной планки имеет вырез с большим закруглением, предотвращающим излом кабеля при изгибе. Второй конец крепится к кронштейну двумя винтами под гайку. Планку устанавливают под углом 15...20 к плоскости крыши, чтобы на кабель не попали талые воды. Кронштейн прикрепляют к карнизу крыши. При большой длине кабеля для предупреждения обрыва от ветровой нагрузки его подвешивают на стальном тросе. При пересечении с проводами электросети кабель

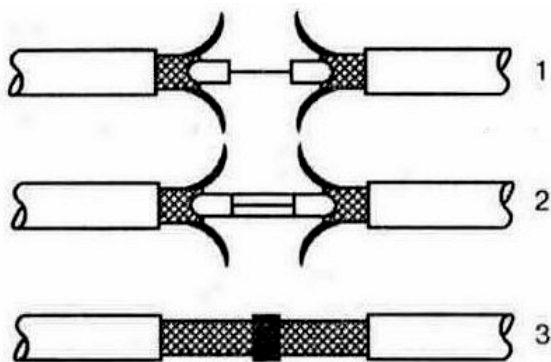
прокладывают под ними в полутвердых изоляционных трубках. Расстояние между кабелем и проводами электросети, газовыми и водопроводными трубами должно быть не менее 200 мм. К деревянной стене фидер присоединяют однолапчатыми скобами под шуруп, на бетонных или кирпичных стенах — дюбелями с волокнистым наполнителем. На прямолинейных участках проводки кабель крепится каждые 500 мм, на поворотах и изгибах — через 50...60 мм в зависимости от радиуса. Лапки скобок на углах должны быть повернуты внутрь угла. Фидер заводится в комнату через отверстие в раме, просверленное под углом, чтобы дождевые капли не стекали внутрь рамы. Перед вводом в оконную раму кабель необходимо немного ослабить. В жилых помещениях кабель прокладывают параллельно архитектурным линиям. При этом следует избегать резких перегибов кабеля и сжатия его скобками. Радиус изгиба не должен быть меньше, чем пятикратный диаметр кабеля. В комнатах и коридорах кабель прокладывают над напольным плинтусом. Конец кабеля длиной не менее 2 м оставляют свободным для подключения к РПУ.

Рис. 9



Сращивание коаксиальных кабелей с помощью проволочного бандажа:
1, 2 — голый монтажный провод; 3 — пайка центральных проводников

Рис. 10



Соединение кабелей способом встык:
1 — разделка оплетки и пайка центральных проводников;
2 — восстановление изоляции; 3 — накладка проволочного бандаж на оплетку

В заключение статьи хочу сказать следующее. Если ЛА приложит максимум внимания и усердия при изготовлении описанных антенн, то ВСЕ они, не зависимо от их типа и принадлежности к диапазону, будут отлично работать без дополнительной настройки.

Вопросы можно направлять по адресу m4hm@rambler.ru. ВСЕМ чистого Неба и крепкого Здоровья, Друзья! Искренне Ваш, **Альфред Викторович Крохмаль**.

Полная версия статьи отправлена на сайт www.belastro.net. При использовании данной статьи на других сайтах или журналах, ссылка на журнал «Небосвод» и сайт www.belastro.net, с указанием авторства, ОБЯЗАТЕЛЬНА.



От любительских антенн — к большим радиотелескопам большой науки

Сомнительные вопросы астрономического характера

(из архива Кифы Васильевича)

Помнится, давным-давно в журнале «Наука и Жизнь» была такая рубрика. В ней разбиралось наследие учёного, смело бросающего вызов закостенелой науке и подвергавшего сомнению самые, казалось бы, известные истины.

Я, честно говоря, думал, что Кифы Васильевича на самом деле не существовало, а писали за него авторы, интересующиеся различными парадоксами. Но вот нынешним летом, разбирая на чердаке старые потрескавшиеся доски... В общем, нашёл труды этого великого учёного в тетради, явно использовавшейся для растопки. Многих страниц нет, местами текст совершенно не читается. Понятно, что где-то пришлось домысливать самому, так что то, что я привожу ниже, не оригинальное творение К. Ф. Вся ответственность за возможные ошибки и неточности несу исключительно я. Думаю, что излагать всё надо под рубрикой «дурацкие вопросы», так как возможно, в результате моих домысливаний, первоначальный текст искажён. Хорошо, если читатели найдут ошибки и расскажут о них на страницах нашего издания.

А. Кузнецов

Парадокс Ольберса

(начало утрачено)

«... или вот взять, к примеру, фотометрический парадокс, называемый ещё парадоксом Ольберса. Дескать, если бы наша Вселенная была бесконечна, а звёзды в ней распределены равномерно, всё небо у нас светило бы так же ярко, как поверхность Солнца, и ночью было бы светло. Куда бы не бросали мы взгляд, везде он упирался бы в какую-нибудь звезду. И надо же – разрешение парадокс получил только в теории расширяющейся Вселенной – Вселенная конечна, конечно число звёзд, существует горизонт событий, из-за которого свет звёзд к нам уже не приходит – и потому, якобы, ночью темно.

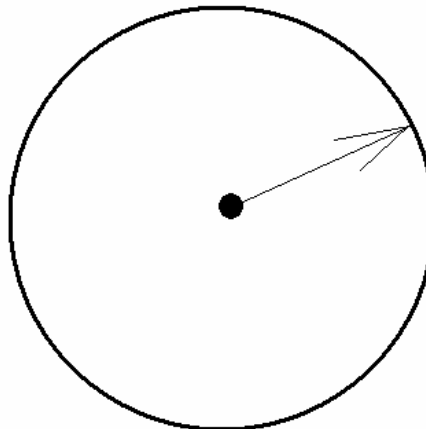
Это ж надо! Расширять Вселенную только для того, чтобы решить задачку, которая понятна и без всякого расширения! Я решил её за 10 минут!

Во-первых, 15 миллиардов световых лет, что составляют радиус нашей Вселенной, это не так уж и мало. Хватило бы для светлых ночей. Звёзд в этом радиусе огромное количество. Но вот Вам другой парадокс – своими глазами мы видим только звёзды в нашей галактике, да и то только самые ближние! Остальные наблюдаются в виде слабой туманной полосы, называемой Млечным Путём. Вот Вам и 15 миллиардов световых лет! Где же эти сонмы звёзд и галактик, что должны ярко сиять, усеивая всё небо? Вот ближайшая галактика – Туманность Андромеды – расположена от нас всего-то в 2 миллионах световых лет. Звёзды в ней усеяны так густо (особенно в центральной части), что мы видим сплошное белое сияние, и никак не разглядим, что за ним. Вот Вам парадокс: если наш взгляд упирается в звёзды, куда бы мы его не перевели в туманности Андромеды, почему же она не сияет, как второе Солнце, или хотя бы как Луна, а едва-едва заметна невооружённым глазом, да и то только в безлунные ночи? А ведь туманность Андромеды от нас не улетает, а наоборот, приближается!

Ну, как Вам парадоксик?

Вот оно, вот простое объяснение без всякого расширения Вселенной. Посмотрите-ка на прилагаемый к данному тексту рисунок.

У каждой звезды есть сфера, за которой её кванты света нами невоспринимаются



Допустим, что мы способны воспринять источник света только в том случае, если в секунду в наш глаз попадает 10 фотонов. Понятно, что если фотонов меньше, звезду мы не увидим – глаз не сможет построить изображение. Теперь внимательно посмотрите рисунок, в центре которого – звезда. Всегда найдётся такой радиус, за которым плотность фотонов в секунду на единицу площади будет меньше, чем способен воспринять глаз – для каждой звезды будет свой «горизонт видимости». Если мы воспользуемся телескопом, то увеличим площадь, с которого собираем свет – порог видимости звезды увеличивается, что и наблюдается в реальности. Ближайшие звёзды нашей галактики мы видим глазом, а чтобы распознать их в галактике Андромеды – нужен двухметровый телескоп. На хороших фотоснимках галактики так густо усеивают поле зрения, что буквально создают сплошное сияние. Но это сияние мы никогда не увидим глазом – ночью для нас темно!

К этому можно ещё добавить, что звёзды, которые нам заслоняет «невидимая» нашим глазом звезда, мы тоже никогда не увидим – их кванты света падают на звезду, которую мы не видим! В галактиках, которые представляют собой огромные скопления звёзд, нам «светят» от силы процентов 30-40%, «задние» звёзды затмеваются передними. А галактики затмевают другие галактики – даже в бесконечной Вселенной для нас всегда будет «горизонт событий», за которым мы никогда ничего не увидим.

А ещё есть (пока что предположения), что дискретно всё – кванты, время, тяготение, и само пространство. А это значит, что кванты, испускаемые звездой, расходятся, и между ними неизбежно появляется «пустое» (то есть тёмное) пространство.

И вот, всё это вместе неуклонно свидетельствует – «фотометрический парадокс» – не более, чем шутка математиков, забывших о том, что в физическом мире не может быть такого простейшего математического понятия, как линия. В физическом мире это ломаная, разрывающаяся и распадающаяся.

Но это так, разминка. А вот действительно...»

Здесь рукопись обрывается. Причём характер разрыва указывал совсем на недавнее использование. Пулеи я бросился вниз, к печке, в надежде захватить недостающие страницы. Увы! Печь уже потрескивала весёлым треском, и ни на полу, ни среди дров я не обнаружил ни клочка! Какая досада!

А что думаете по этому поводу Вы, дорогие любители астрономии?

Кузнецов Александр, kuznezowaw@yandex.ru
любитель астрономии, г. Нижний Тагил, постоянный автор журнала «Небосвод»

Энциклопедия 3000

(фантастический рассказ)



«Разумные» вихри Сатурна. Фото Михаила Морозова, Юрия Горячко, Михаила Абгаряна (Минск, Беларусь)

Энциклопедия 3000... Это не 3000 советов и не 3000 статей. Это год выпуска. Как она ко мне попала, долго рассказывать, да и всё равно никто не поверит. Пытался посвятить знакомых – они с понимающим видом кивают – да, да, конечно, мол. Это у кого есть чувство юмора. У кого нет – у тех глаза сразу становятся настороженными, а голос таким елейно-ласковым, что сразу хлопнешь его от души по спине и скажешь: - ну что, здорово я тебя разыграл?

А в душе-то обидно. Взяли бы да почитали – сразу поняли бы, что это за книга. Но читать сейчас никто не хочет – всё сериалы, сериалы. Хотя всё содержание уже в программе написано. Но вот один знакомый, у которого есть знакомый редактор газеты, посоветовал: слушай, а ты напиши всё это, только под рубрикой «фантастический рассказ». Умные люди всё поймут как есть, а психиатры приставать не будут.

И точно. Так и сделаю. В общем, изложу те статьи, что мне кажутся наиболее интересными. Тут надо сделать пояснение. «Изложу» - потому что переписать точно так, как там напечатано, нельзя. Непонятно. Язык стал более информативным и коротким. Некоторые слова (совершенно новые) появляются прямо в тексте и порой имеют значение целых абзацев, изложенных ранее. Читать поначалу просто невозможно (видно люди в 3000-году соображают намного лучше). Но постепенно втягиваешься и – поразительно! – открывается красота языка, когда оперируешь не предложениями и понятиями, а целыми ассоциациями! А как звучат стихи на этом языке!

Но чтобы всё это усвоить, нужно время, и неизвестно, захотят ли читатели переваривать эту на их взгляд белиберду. Да и неизвестно, к кому и как попадут эти отрывки.

Так что пишу по-нашему. Получается раза в 2 длиннее, чем в оригинале, но ничего не поделаешь. Но самое главное – помните, что всё это чистая правда!

Энциклопедия 3000... Шутки в сторону. Увы, человечество ждёт такое будущее, что не до шуток. Мы-то, из благополучного 21-го века думаем, что всё самое страшное в истории уже случилось. Нет. Хоть и не хотелось ничего открывать про будущее, но просто удержаться не могу. Ведь знаю, что не любят у нас Касандр и прочих накаркивающих пророков. Всё. Ни слова больше.

Статья 1. Удивительная история Персефоны

Проблема жизни на других планетах волновала человечество далеко не всегда. Древние люди просто не знали, что другие планеты есть, мир был одним и единым. Пифагорейцы и древние греки интересовались больше общими вопросами мироздания – чего стоит их Тартар – страшная бездна, которой бояться даже великаны. Они, видимо, предполагали, что есть тайны, которые уже ничего хорошего человечеству не откроют. Но вся их философия была философией хорошего ужина с мясом и вином, приятной беседой. Никаких опытов они не ставили и кроме чисто логических конструкций, ничего не произвели.

Только в 16-ом веке некий монах по имени Джордано Бруно взялся утверждать, что звёзды – такие же солнца, как наше, вокруг них кружат планеты, населённые разумными существами. Во времена, когда философию вина и мяса сменила страдания и лишений, это был смелый шаг.

Основания для этих выводов были: уже доказано вращение Земли и планет вокруг Солнца. Сам Бруно использовал принцип аналогии, или, что позднее постулировалось в физике: в любой системе отсчёта все физические процессы протекают одинаково. Для его утверждений действительно были физические основания. У физических законов нет исключений. В огромной Вселенной всё равно где-то должны создаться условия, сходные с Землёй; в сходных условиях происходят такие же химические реакции; возникновение жизни неизбежно.

Жизнь искали поначалу на соседних планетах при помощи примитивных оптических телескопов; как всегда, надежды сменялись разочарованиями. Жизнь находили на Луне, Венере и особенно – Марсе. Позднее много времени и труда затратили на исследование подлёдных и подземных океанов спутников планет. Сотни автономных зондов десятки лет безуспешно буравили водяные льды Европы, Ганимеда и даже метановые озёра Титана. Всё было тщетно. Но особенно поразила учёных история Персефоны – планеты звезды тау Кита.

То, что у тау Кита есть планеты, заподозрили уже давно. Долгое время найти их не могли. Только первые зонды программы «широкий поиск» увидели наконец 4 планеты с массами, сравнимыми с Землёй («землёиды»). 16 зондов исследовали систему тау Кита, 9 из них опустились на самую интересную из них – Персефону. Точнее, имя Персефона она получила официально после завершения исследований, а в начале группа, изучавшая её, называла не иначе, как Герой – ведь это был просто

двойник Земли! Масса – 1.09 земной; атмосфера – 1.2 земной; океан жидкой воды – 75% всей поверхности; средняя t° воздуха +18°; наклон оси 17.5 градуса; жидкое ядро и магнитное поле!

Правда, сразу насторожил состав атмосферы – азот, метан, двуокись углерода. Но жизнь ведь не обязательно должна была выделять кислород!

Первые фото Персефоны приковали к ней внимание всего человечества – голубые океаны в красноватой дымке атмосферы. Зонды показали с поверхности дожди и ливни, грозы, радуги, снежные шапки на горах южного материка. Там бегут постоянные реки, дуют ветры, случаются тайфуны и смерчи. Всё, как на Земле.

За исключением жизни.

Персефоне 6 миллиардов лет. За это время там возникали и исчезали материки; происходили падения грандиозных астероидов, на столетия закрывавшие небо облаками и пылью. Там прекрасные рассветы и закаты, причудливые ночи в сиянии двух лун. Но жизни там не было никогда.

Персефона нанесла жестокий удар по господствовавшему в то время представлению о возникновении жизни. В её стерильность долго не могли поверить.

Лишь спустя десятилетия пришлось признать: жизнь во Вселенной явление исключительное.

Статья 2. Разумные вихри Сатурна

После того, как в солнечной системе не было найдено жизни ни в подлёдном океане Европы, ни в метановых озёрах Титана, и вообще, как казалось, нигде, вопрос о жизни «под Солнцем» стал считаться неприличным, как когда-то обсуждение вечного двигателя. Официальная наука переключилась на дальний космос. Жизнь продолжали искать только любители астрономии, которые всегда и во все времена были чудаками, далёкими от насущных нужд.

Вот почему, когда в серьёзном журнале «Astronomy» появилась статья немецкого учёного индийского происхождения Германа Иванова «необычные явления в кольцах Сатурна», на неё поначалу не обратили внимание, поскольку автор ссылался на многочисленные данные международного объединения любителей астрономии (обрабатывавшие данные с многочисленных любительских спутников Сатурна). Главным в работе была интерпретация давно известного явления: возникновение радиоимпульса один раз в сатурнианские сутки. Иванов исследовал многочисленные электростатические местные явления, возникающие в пылевых частицах колец Сатурна. Его выводы (которые начали всерьёз воспринимать только спустя несколько лет) были сенсационными: электростатические явления с вероятностью 99,99% носили упорядоченный характер.

Собственно, крупные упорядоченные явления были известны давно: это «спицы» – радиальные образования в кольцах, существующие от нескольких часов до нескольких дней, и

вращавшиеся вместе с кольцами как одно целое. Сейчас же речь шла о совсем других масштабах: от 10 см до метра. Иванов назвал их «сполохами». Сполохи представляли собой пылевые густки частиц кольца, объединённых электростатическим полем. Они возникали на характерное время от 5 до 80 секунд, после чего рассыпались. Внешне представляли собой пылевое облачко, внутри которого проскакивали синеватые искорки. Если снимая в темноте свитер, вы видите вспыхивающие искры электростатических разрядов, придёт ли вам в голову, что свитер живой? Вот почему сполохи очень долго никого не интересовали.

Иванов первый показал, что, во-первых, такие объединения пылевых частиц в вакууме существовать столь длительное время не могут. Во-вторых, они накапливают энергию. Пылевые частицы получают её от Солнца и передают электростатическому полю. Наблюдается и обмен энергией между частями сполоха: как электромагнитным путём, так и передвижением пылевых частиц. Скопления сполохов образуют города, города время от времени выстраивают «спицы» и совместно производят считавшиеся ранее загадочными радиоимпульсы.

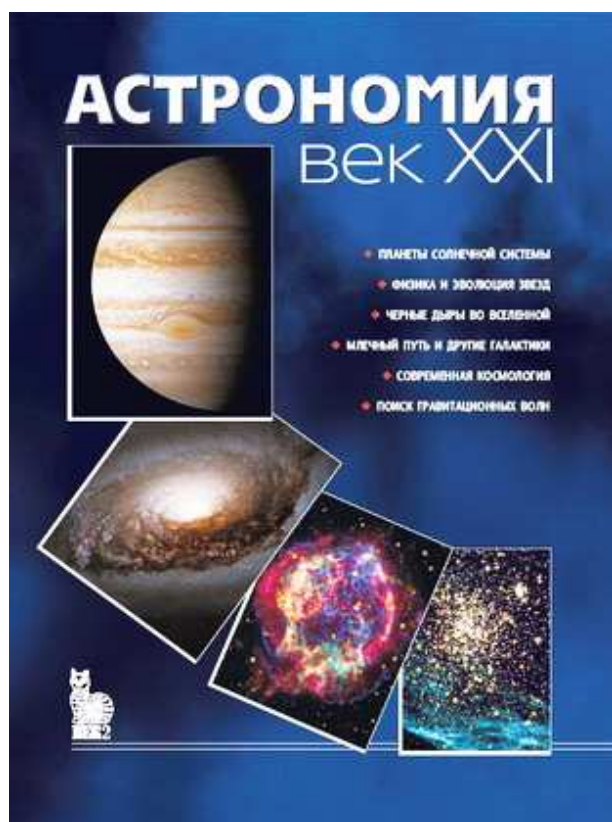
Именно создание огромных макрообъектов – спиц – впервые натолкнуло учёных на мысль о том, что это не просто физические явления, а разумная жизнь.

Впоследствии и до сих пор сполохи активно изучаются. Вот что удалось узнать.

Мельтешение пылинок, объединённых электростатикой – это фаза накопления энергии. Максимум через 80 секунд энергия уносится, в виде электромагнитных волн. Оставшаяся пыль – теперь просто пыль, бранные останки отжившего существа. Электромагнитный импульс со скоростью света переносится в другую часть кольца. Встретив достойное вещество – пыль, он мгновенно образует новый сполох, после чего всё повторяется. Наблюдались явные личные «особенности» отдельных индивидов, пути же их в кольце, на первый взгляд, кажутся хаотичными. Сполохи «ловили», изучали их спектр – но это мало прибавляло к знаниям об их природе. До сих пор непонятно, что они «чувствуют» в стадии сполоха и стадии электромагнитной волны, какова цель их существования? Они в некотором роде подобны насекомым Земли, не знающих о существовании человека и полностью его игнорирующих. Они живут странной, непостижимой для нас жизнью. Настолько непостижимой, что некоторые учёные до сих пор не считают их живыми – а тем более разумными существами.

«У них нет цели в жизни» - говорят они. Впрочем, какая цель у человечества, тоже до сих пор никто внятно не объяснил.

*Кузнецов Александр, kuznezowaw@yandex.ru
любитель астрономии, г. Нижний Тагил, постоянный
автор журнала «Небосвод»*



Астрономия: век XXI

Редактор-составитель В.Г.Сурдин. Фрязино: "Век 2", 2007, 608 с. ISBN 978-5-85099-175-3

Аннотация

Книга посвящена современным проблемам астрономии: от изучения Луны и планет до поисков гравитационных волн, темного вещества и темной энергии. Ученые Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (МГУ) рассказывают о том, какие важнейшие события произошли в астрономии на рубеже нового тысячелетия и над какими нерешенными проблемами сейчас работают исследователи. Условный исторический рубеж – начало нового тысячелетия – был отмечен несколькими важнейшими открытиями в изучении Вселенной. Поэтому последние годы без преувеличения можно назвать Великим десятилетием астрономии, возможно, началом ее нового "золотого века".

Книга адресована старшеклассникам, студентам и преподавателям, а также всем интересующимся современными проблемами естествознания. Стиль книги – серьезный научно-популярный. В "Приложении" помещен Толковый словарь терминов, применяемых в астрономии, астрофизике и космологии, а так же обширный справочный материал по состоянию на июнь 2007 г., необходимый как профессионалам, так и любителям, изучающим небо.

Авторский коллектив:

Батурин Владимир Анатольевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Краснопресненской лаборатории ГАИШ.

Гиндилис Лев Миронович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела радиоастрономии ГАИШ.

Ефремов Юрий Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела изучения Галактики и переменных звезд ГАИШ.

Засов Анатолий Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры астрофизики и звездной астрономии

физического факультета МГУ, ведущий научный сотрудник ГАИШ, лауреат Государственной премии России.

Миронова Ирина Владимировна, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Краснопресненской лаборатории ГАИШ.

Попов Сергей Борисович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела релятивистской астрофизики ГАИШ.

Прохоров Михаил Евгеньевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела релятивистской астрофизики ГАИШ.

Родионова Жанна Федоровна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела исследований Луны и планет ГАИШ.

Руденко Валентин Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ, зав. отделом гравитационных измерений ГАИШ.

Сажин Михаил Васильевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отдела релятивистской астрофизики ГАИШ.

Самусь Николай Николаевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН и ГАИШ.

Сурдин Владимир Георгиевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела изучения Галактики и переменных звезд ГАИШ, доцент физического факультета МГУ.

Хованская Ольга Сергеевна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела астрометрии ГАИШ.

Черепашук Анатолий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор и зав. астрономическим отделением физического факультета МГУ, директор ГАИШ, академик РАН, член Английского Королевского астрономического общества, вице-президент Европейского астрономического общества.

Чернин Артур Давидович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела изучения Галактики и переменных звезд ГАИШ.

Шевченко Вячеслав Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом исследований Луны и планет ГАИШ.

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА (В. Г. Сурдин).....

Введение. АСТРОНОМИЯ — ОТ ВЕКА К ВЕКУ (Ю. Н. Ефремов)

Предвидение Лапласа	12
Сто лет назад	13
Открытие Вселенной.....	19
Эволюция звезд.....	20
Галактика Млечный Путь.....	22
Все шло хорошо.....	23
Старое «облачко» — темная масса.....	24
Пять проблем Шкловского	25
Новая космология	21
Черные дыры	29
Множественность необитаемых миров.....	30
Подводя итоги	31

1. ПЛАНЕТЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ33

ОБЗОР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (Ж. Ф. Родионова, В. Г. Сурдин)

Общая характеристика.....	34
Луна	39
Меркурий	47
Венера	53
Марс.....	61
Юпитер	71
Сатурн	80
Уран	84
Нептун	87
Плутон.....	90

ПРИРОДА ПЛАНЕТ (В. В. Шевченко)

Введение

Объекты Солнечной системы.....	93
Движение тел Солнечной системы.....	98
Химический состав тел Солнечной системы 99	
Ранние стадии развития планет.....	100
Ударные процессы в Солнечной системе.....	103
Лед на Луне?.....	104
Планеты-гиганты: Юпитер.....	107
Вулканизм на телах Солнечной системы.....	110
Жизнь в Солнечной системе.....	114

2. ЗВЕЗДЫ: РОЖДЕНИЕ, ЖИЗНЬ, СМЕРТЬ

ФИЗИКА И ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД (В. А. Батулин, И. В. Миронова, В. Г. Сурдин)

Структура звезды.....	120
Термодинамика вещества в звездных недрах.....	123
Ядерные реакции в звездах.....	128
Перенос тепла в звездах.....	134
Жизнь звезд.....	138
Эволюция одиночной звезды.....	157
<i>ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ (Н. Н. Самусь)</i>	162
История открытия и изучения.....	162
Цфеиды.....	165
Новые.....	172
Сверхновые.....	176

ЗВЕЗДЫ: ЖИЗНЬ ПОСЛЕ СМЕРТИ (С. В. Попов, М. Е. Прохоров)

Белые карлики.....	183
Нейтронные звезды.....	186
Странные звезды.....	198
Черные дыры.....	202
Компактные объекты в двойных системах.....	206

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ ВО ВСЕЛЕННОЙ (А. М. Черепашук)

Свойства черных дыр: ранние представления.....	219
Свойства черных дыр: современные представления.....	221
Решение Шварцшильда.....	225
Тернистый путь к открытию.....	227
Образование черных дыр.....	236
Астрономические наблюдения черных дыр.....	241
Методы измерения масс черных дыр.....	244
Сверхмассивная черная дыра в ядре нашей Галактики.....	252
Демография черных дыр.....	254
«Критические эксперименты для черных дыр.....	263
Заключение.....	265

3. МИР ГАЛАКТИК.....

<i>МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ (В. Г. Сурдин)</i>	26
Небесная Дорога.....	268
Межзвездная среда.....	277
Скопления звезд.....	289
Наша Галактика как газо-звездная система.....	298
Газ — это жизнь.....	304
Остатки вспышек сверхновых.....	308

СПИРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ (Ю. Н. Ефремов)

«Великий чертеж» галактик.....	313
Звездные комплексы и флюккулентные спирали.....	315
Вращение Галактики.....	318
Спиральная структура Галактики.....	320
План Галактики.....	324

РАЗНООБРАЗИЕ ГАЛАКТИК (А. В. Засов, В. Г. Сурдин)

Что такое галактика?.....	329
Как изучают галактики.....	330
Из чего состоят галактики.....	335
Какими бывают галактики.....	337
Расстояния до галактик.....	342
Размеры галактик.....	344
Вращение галактик.....	345
Что представляют собой спиральные ветви.....	348
Темная масса, или сколько «весят» галактики.....	351
Ближайшие галактики.....	366
Карликовые галактики.....	372
Взаимодействующие галактики.....	376

Системы галактик.....	382
Что там, в центрах галактик?.....	387

4. СОВРЕМЕННАЯ КОСМОЛОГИЯ (М. В. Сажин, О. С. Хованская)

Космология как наука.....	398
Наблюдения в космологии.....	402
История нашей Вселенной.....	414
Три вида материи во Вселенной.....	424
Космология и теория суперструн.....	427

ОТКРЫТИЕ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ В БЛИЖНЕЙ ВСЕЛЕННОЙ (А. Д. Чернин)

Введение.....	430
Глобальное и локальное.....	431
Парадокс Хаббла—Сэндиджа.....	434
Темная энергия.....	436
Плотность темной энергии.....	439
Всемирное антигитяготение.....	441
Мир антигитяготения.....	443
Ближняя Вселенная и локальная космология.....	444
Компьютерное моделирование: от хаоса к порядку за 12 млрд. лет.....	449
Взвешиваем темную энергию в ближней Вселенной.....	451
Заключение.....	453

5. ШЕПОТ ВСЕЛЕННОЙ: ПОИСК ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН (В. Н. Руденко) ..

Волны пространства-времени.....	457
Чего ждем?.....	459
Это можно регистрировать?.....	461
Новое поколение антенн.....	463
Алгоритмы слепого поиска.....	470
Реликтовый гравитационно-волновой фон.....	477
Поиск астро-гравитационных корреляций.....	479
Заключение.....	481

6. ПОИСКИ ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ: АСТРОНОМИЯ И НЕ ТОЛЬКО... (Я. М. Гиндилис)

Астрономия и SETI.....	484
Внесолнечные планетные системы.....	485
Органические соединения во Вселенной.....	489
Одиноки ли мы во Вселенной?.....	492
От фантастики к научным проектам.....	494
SETI: область исследований.....	497
Пути поиска внеземных цивилизаций.....	499
Любительский SETI.....	517
Биологический канал связи.....	519
Активный поиск.....	520
Поймем ли мы их?.....	525
Зачем нужны контакты с ВЦ.....	526
Не опасны ли контакты?.....	527
Этика контакта.....	529

ПРИЛОЖЕНИЯ (В. Г. Сурдин).....

<i>СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АСТРОНОМИИ, АСТРОФИЗИКЕ И КОСМОЛОГИИ</i>	532
<i>НЕКОТОРЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ</i>	558
<i>ЛИТЕРАТУРА</i>	592
<i>АВТОРЫ</i>	595

Рецензия

В сентябре 2007 г. вышла в свет новая научно-популярная книга, названная без особых затей – «Астрономия: век XXI». Ее коллективный автор – это 16 российских астрономов и физиков, которых, кроме общей обложки, объединяет и то, что все они трудятся в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга (ГАИШ) при МГУ. Недавно ГАИШ отметил свое 175-летие; это и стало поводом для известных ученых и популяризаторов науки сделать подарок себе, своим коллегам и всем любителям астрономии – коллективно написать эту книгу и рассказать в ней о своей работе по изучению космоса. Начало истории ГАИШ, ныне одного из крупнейших астрономических центров России, восходит к первой трети XIX века – к

основанию Астрономической обсерватории Московского университета, на базе которой и был в 1931 г. создан Институт. Главное здание ГАИШ располагается на территории МГУ, и фактически ГАИШ является подразделением Московского университета. Многие сотрудники ГАИШ занимаются обучением студентов-астрономов физического факультета МГУ. Вероятно, поэтому большая часть научно-популярных книг по астрономии создано в нашей стране именно сотрудниками ГАИШ. Достаточно напомнить такие имена как Б. А. Воронцов-Вельяминов и И. С. Шкловский. Нынешнее поколение сотрудников ГАИШ так же активно служит делу просвещения, как когда-то их учителя, создавая основной объем качественной учебной и популярной литературы (не только бумажной, но и мультимедийной), читая популярные лекции и повышая квалификацию школьных учителей. В последние годы астрономы МГУ в сотрудничестве с издательством "Век 2" создали несколько интересных книг о Вселенной (см. Маленькие книжки о большой Вселенной // Природа, 9, с.85-89). «Астрономия: век XXI» – последняя и самая солидная из них.

Замечу сразу – это не сборник статей, а основательно отредактированная, ровная по стилю и уровню изложения коллективная работа. Она посвящена астрономии в ее разнообразных воплощениях: от изучения Луны и планет до поисков гравитационных волн, темного вещества и темной энергии. Подробно и вполне доступно для старших школьников рассказано о важнейших событиях, произошедших в астрономии на рубеже нового тысячелетия. История науки дает нам повод заметить, что рубежи столетий часто становятся вехами в развитии нового знания. Не подкачал и нынешний исторический рубеж: он был отмечен несколькими важнейшими открытиями в изучении Вселенной, как на ее ближних рубежах, так и на самых дальних. Многие считают, что последние годы без преувеличения можно назвать Великим десятилетием астрономии, и ожидают, что это только начало ее нового «золотого века». Даже от краткого перечисления наиболее фундаментальных открытий в астрономии, сделанных за последнее время, у читателя дух захватывает:

1992 г. Открыты пространственные флуктуации реликтового излучения (Нобелевская премия по физике за 2006 г.), чем окончательно доказана теория Большого взрыва и поставлена на твердую основу теория происхождения галактик и звезд.

1992-1995 гг. Открыты многочисленные малые планеты на периферии Солнечной системы, в области, получившей название пояс Койпера. С 1930 г. за орбитой Нептуна был известен лишь один объект – маленькая планета Плутон; в 1978 г. был открыт его спутник Харон. Казалось, что это граница нашей планетной системы. Но с 1992 г. в окрестности орбиты Плутона и за ней начали обнаруживаться новые объекты. К 1995 г. стало ясно, что эта область населена множеством тел с характерным размером в сотни и тысячи километров, причем некоторые из них больше Плутона и имеют собственные спутники. Границы Солнечной системы раздвинулись в несколько раз.

1993-1995 гг. Радиоастрономическими методами обнаружена планетная система у нейтронной звезды-радиопульсара (1993 г.). Методами оптической спектроскопии обнаружено присутствие планет-гигантов рядом с нормальными звездами (1995 г.). К концу 2007 г. в окрестностях Галактики уже найдено около 200 планетных систем, содержащих в сумме около 240 планет.

1996-1997 гг. Открыт новый класс небесных объектов – коричневые карлики, занимающие промежуточное положение между звездами и планетами. Их массы (от 0,0013 до 0,08 массы Солнца) слишком малы, и поэтому температура в недрах слишком низка для термоядерных реакций с участием основного, легкого, изотопа водорода, хотя и достаточна для сгорания редкого изотопа – дейтерия, не дающего, однако, существенного вклада в энергию. Единственным долговременным источником энергии коричневых карликов служит их гравитационное сжатие.

1997-1999 гг. Приоткрыта тайна космических гамма-всплесков, часть из которых отождествлена с

фантастически мощными взрывами массивных звезд, вероятно, сопровождающими рождение черных дыр.

1998 г. Обнаружено, что расширение Вселенной в последние миллиарды лет происходит с ускорением, что свидетельствует о существовании некой «темной энергии» (пока это условное название) со свойством антигравитации.

1998-2002 гг. На подземных нейтринных детекторах открыты осцилляции нейтрино, в частности, превращение солнечного электронного нейтрино в другие его сорта – мюонное и тау. Тем самым доказано, что у нейтрино есть масса покоя, что теория внутреннего строения звезд верна, и что необходимо разрабатывать новую теорию элементарных частиц (или, во всяком случае, существенно модернизировать существующую).

2004-2006 гг. Начали работать первые полномасштабные детекторы гравитационных волн. Хотя сами волны пока не зарегистрированы, новое "окно" во Вселенную можно считать распахнутым. Остается ждать, когда в это "окно" влетят первые гравитационно-волновые импульсы.

Здесь перечислены только самые «сливки», а сколько за это же время было сделано, если можно так выразиться, рядовых открытий! В конце 1995 г. впервые удалось «дотронуться» до планеты-гиганта: атмосферный зонд межпланетной станции «Галилео» вошел в атмосферу Юпитера и исследовал ее состав. Сам «Галилео» впервые стал спутником Юпитера и 8 лет исследовал гигантскую планету и ее спутники. С 2004 года на Марсе работают две подвижных лаборатории – «Спирит» и «Оппортьюнити», открывшие эпоху детального геологического изучения Красной планеты. А с обреты за Марсом постоянно «шпионят» несколько спутников и регулярно обнаруживают на его поверхности (и даже под ней!) удивительные структуры. В 2004 г. свой искусственный спутник появился и у второй гигантской планеты – Сатурна. Зонд «Кассини» доставил в систему Сатурна и спускаемый аппарат «Гюйгенс», который успешно опустился и работал на поверхности Титана – самого удивительного из всех спутников планет. Его холодная азотная атмосфера чрезвычайно интересует исследователей предбиологической эволюции Земли.

После долгого перерыва создатели космической техники вернулись к исследованию околосолнечных планет. На орбите вокруг Венеры уже около двух лет работает европейский зонд «Венера Экспресс», а к Меркурию держит путь «Мессенджер» (НАСА). Даже Луна, на которой уже успели остыть следы астронавтов, вдруг стала опять популярной. Выяснилось, что мы почти ничего не знаем о ней, нет даже детальных фотографий ее поверхности. В то время как с околомарсианской орбиты спутники наблюдают за движением марсоходов размером с чемодан, на лунной поверхности мы не можем сфотографировать следы посадки астронавтом и оставленные ими ракеты размером с грузовик. В 1960-е и 70-е годы исследованиями Луны из космоса занимались только СССР и США. Кстати, первые карты обратной стороны Луны и глобус Луны были созданы в ГАИШ. А ныне Луна стала почти такой же доступной, как Антарктида: к ней устремились Япония, Индия, Китай. Пока это научные исследования, но уже ясно, что речь идет о разделе ресурсов.

А для ученых Луна по-прежнему загадочный объект. В книге «Астрономия: век XXI» ей посвящено сравнительно немного места, но проблем обозначено немало:

- имеет ли Луна металлическое ядро?
- существуют ли на Луне запасы воды?
- насколько велика тектоническая активность Луны; могут ли на ней действовать вулканы?
- почему своим строением и составом Луна так сильно отличается от четырех других тел земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс)?
- как сформировалась Луна?
- где сформировалась Луна?
- как Луна повлияла на эволюцию Земли?
- что за странные «временные» явления порой наблюдаются на Луне?
- где остатки вещества комет, которые время от времени должны разбиваться о лунную поверхность? Если это те белые «свирлы», которые видны на фотографиях Луны, то можно считать, что долгожданное вещество из ядер комет уже почти у нас в кармане.

Поскольку обсуждаемая нами книга выдержана в классическом стиле, структура ее также традиционная: планеты – звезды – галактики. Раздел о звездах охватывает все этапы их эволюции: рождение, жизнь, смерть и даже жизнь после смерти (имеются в виду белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры). Уверен, что именно эти главы окажутся наиболее интересными для физиков, поскольку в них кратко изложена теория внутреннего строения и эволюции звезд, и они содержат много фактического материала.

Например, весьма полезна таблица «Стандартная модель Солнца», позволяющая проследить с высокой точностью распределение основных физических параметров в недрах нашего светила. Не менее интересна таблица, суммирующая основные наблюдательные параметры звезд разной массы, а также длительность их эволюции на разных этапах термоядерного горения.

Увлекательно рассказано в книге об исследовании переменных звезд. По мере роста точности фотометрических измерений выясняется, что переменность светимости звезды – не исключение, а правило. Выявлены многие десятки типов переменности, связанные как с внутренними процессами в звездах, так и с их взаимодействием друг с другом или с менее крупными телами, например, с окружающими их планетами. Самое приятное в изучении переменных звезд то, что в эту работу до сих пор (а точнее – во все большей степени) вносят вклад любители астрономии. Если в недалеком прошлом любитель ограничивался биноклем, то ныне любительский телескоп с электронным контролем и ПЗС-камерой мало чем, а порою и ни чем, не уступает оборудованию профессионалов. Поэтому полученные любителями результаты часто становятся полезными для науки. Без помощи энтузиастов профессиональные астрономы просто не смогли бы держать под контролем жизнь огромного количества интересных звезд.

Сильные флюктуации блеска звезды, как правило, свидетельствуют о приближении конца термоядерной фазы ее жизни. Но порою самое захватывающее начинается уже после этого. Превратившись в компактные объекты, ядра звезд нередко демонстрируют потрясающие явления, причем потрясающие (в прямом смысле) целую галактику. «Зоопарк» нейтронных звезд и черных дыр нынче столь разнообразен, что в астрономии появляются такие новые направления, как астрофизика нейтронных звезд и даже демография черных дыр. Благодаря новой технике, удается наблюдать процессы в непосредственной близости от границ черных дыр, где в полной мере проявляются законы релятивистской теории гравитации. Эксперименты с такими полями никогда не смогут быть поставлены ни на Земле, ни даже в пределах Солнечной системы.

Еще более ценную «физическую лабораторию» представляют современные космологические исследования. Химический состав наиболее старых объектов Вселенной, характеристики реликтового излучения и невидимые компоненты космической материи (темное вещество) уже позволяют заглянуть в невероятно далекое прошлое – в первые мгновения жизни Вселенной. Открытие ускоренного расширения Метагалактики вообще ставит вопрос о признании существования новой силы – антигравитации. Этим темам посвящены космологические главы обсуждаемой нами книги. Еще недавно физикам трудно было удержаться от улыбки при слове «антигравитация», а сегодня оно вошло в научный лексикон. Еще недавно лишь фантасты могли рассуждать о других вселенных, а теперь космологи спокойно оперируют понятиями «ансамбль вселенных» и «Сверхвселенная». То, что выясняют астрономы о фундаментальной структуре материи и пространства-времени, не удалось бы никогда узнать в земных лабораториях.

Много лет назад, имея в виду, что космос бесплатно поставляет нам частицы сверхвысоких энергий (в космических лучах встречаются частицы с энергией до 10^{20} эВ), а космологические исследования позволяют анализировать процессы, происходившие в ранней Вселенной при еще более фантастических энергиях, академик Я. Б. Зельдович пошутил, что «Вселенная – это ускоритель для бедных». Сегодня уже можно сказать, что не только для бедных, но и для самых богатых физиков

Вселенная стала уникальным прибором, открывающим дорогу к самому сердцу природы.

Чтобы прочесть все, что «написано на небесах», астрофизики создают новые классы приборов, удивительных своим совершенством. Рутиной стало то, что еще недавно казалось недостижимым. В космосе летают телескопы всех диапазонов, – от радио до гамма, – обладающие в тысячи раз лучшими характеристиками, чем их наземные собратья. Выясняется, что Земля – не лучшее место для научных исследований, во всяком случае, для исследований космоса. Поэтому некоторые новые направления астрофизики, еще не успев развернуться на Земле, стараются «выйти на орбиту». В данном случае речь идет о гравитационно-волновой астрономии. Ее рождение еще не состоялось, но ей уже посвящены тысячи научных работ и отдельная глава в книге «Астрономия: век XXI». Поистине захватывающая перспектива – первыми взглянуть на Вселенную в новое «окно».

Гравитационные волны наверняка несут нам не меньше захватывающих открытий, чем полвека назад принесли радиоволны. Но наблюдать волны пространства-времени не удастся с помощью любительских приборов, как это когда-то удалось с радиоволнами. Изучать волны гравитации смогут лишь те, кто овладел самыми высокими технологиями. Астрономы ГАИШ стараются не отстать и в этом направлении.

Понятно, что охватить все направления исследований Вселенной в одной книге невозможно. Авторы этой книги выбрали, на наш взгляд – важнейшие. Они рассказали и об исследованиях Солнечной системы, и о загадках эволюции звезд, и об изучении галактик, и об открытии антигравитации – «темной энергии», – и о поиске гравитационных волн, и даже о работе ученых по поиску внеземных цивилизаций ... Своим читателем они представляли старших школьников, студентов, учителей и коллег-естествоиспытателей. Собственно, эта книга и была задумана с тем, чтобы рассказать о достижениях и перспективах астрономии своим коллегам-ученым и всем, кто интересуется изучением природы.

Завершают книгу весьма полезные разделы. Хотя большинство специальных терминов объясняется по ходу изложения, в конце книги помещен Словарь терминов, который будет полезен при чтении не только этой, но и других астрономических книг. Кроме того, в Приложениях собраны обширные справочные таблицы с самыми современными данными о важнейших астрономических объектах – Солнце, планетах и их спутниках, ярчайших и ближайших звездах, созвездиях, ярких галактиках. Приведены современные значения физических и астрономических постоянных, а также часто используемые в астрономии обозначения. В полном виде даны каталоги Мессье и Колдуэлла, представляющие особый интерес для наблюдающих любителей астрономии.

Завершая рецензию, отмечу, что полиграфическое исполнение книги весьма высокое – ее приятно держать в руках. Впрочем, качество книги в первую очередь определяется ее автором, поэтому полностью привожу его «коллективное имя»: Батулин В. А., Гиндилис Л. М., Ефремов Ю. Н., Засов А. В., Миронова И. В., Попов С. Б., Прохоров М. Е., Родионова Ж. Ф., Руденко В. Н., Сажин М. В., Самусь Н. Н., Сурдин В. Г., Хованская О. С., Черепашук А. М., Чернин А. Д., Шевченко В. В. Для тех, кто интересуется астрономией, этого списка достаточно, чтобы понять – создана действительно хорошая книга. Рекомендую ее найти, прочитать и поставить на полку как справочник по астрономии начала XXI века.

Редакция журнала также рекомендует любителям астрономии приобрести эту замечательную книгу. Это легко сделать, если в сети Интернет пройти по ссылке <http://www.vek2.ru/?mode=book&id=34> и оформить заказ, указав свой домашний адрес.

Бинокль «Navigator» 10 – 60 x 60 и мои первые впечатления

Первый свой бинокль «Navigator» 10 – 60 x 60, я приобрела в 2007 году, имея при этом телескоп моделью ТАЛ-65 Рефлектор. Цель приобретения бинокля – наблюдение за звездными скоплениями и планетами.



Первым моим наблюдением 15.09. 2007 в бинокль была Луна. Она тогда была растущей (4,7 дн., фаза = 0,23), возвышалась на Юго-западном горизонте и находилась в созвездии весов. На улице вечерело. Луна приблизилась к заходу, который по минскому времени должен был быть тогда в 19 часов 14 минут. Расстояние Луны от Земли = 404 831 км.

И вот, я отдыхала в это время за городом. Взяла бинокль и решила посмотреть на наш спутник. Конечно, чувствуется большое отличие, когда ты смотришь в телескоп, а потом в бинокль. Поэтому начинающим любителям астрономии рекомендую для начала приобрести бинокль. С помощью бинокля при увеличении 40^x мне удалось рассмотреть поверхность Луны и ее кратеры. Впечатление было просто потрясающим.

Я смотрела разным увеличением и 10 крат, и 20 крат.

При увеличении 40 - 60 крат советую купить специальный штатив для бинокля, поскольку руки дрожат, и изображение в результате немного искажается.

Ну, вот Луна зашла за горизонт, и в 20:30 я переключилась на свою любимую планету Юпитер. Мне очень нравится наблюдать за этой планетой, особенно за изменениями ее четырех галилеевских спутников. Конечно, в бинокль парочку темных полос Юпитера не рассмотришь, но зато их можно наблюдать в телескоп. Планета сияла своим восхитительным оранжевым блеском (-1,98^m), который уступал тогда только Венере (-4,66^m). Это был самый яркий объект в то время на вечернем небе. Вид Юпитера и расположение его спутников в бинокль показан на картинке выше.

Я продолжала смотреть на Юпитер, пока он не зашел (время захода 20:50), и на небе не начали появляться звезды. Вега над головой, Денеб на Востоке, вот Альтаир засветился на Юго-востоке и Арктур на Юго-западе. Через некоторое время небо было уже усыпано своеобразными бриллиантами.

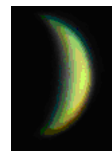
Галактика Андромеда к сожалению в бинокль видна только как туманное пятнышко, в общем, как и в мой телескоп. Особого отличия в изменении я не увидела.

Время пролетело ужасно быстро, смотрю на часы, недавно было десять часов вечера, как уже 2:45. Вот

образовался красный неправильный треугольник. А именно Марс, Альдебаран и Бетельгейзе. В бинокль при увеличении 60 крат Марс виден в виде красного шарика без особых подробностей на поверхности (фаза = 0,86).

В 4:20 на северо – востоке начинает восходить ярчайший третий объект на звездном небе – Венера. Ее ровный ослепительный белый цвет притягивает своей загадкой и неповторимостью. Она видна в виде небольшого серпика при увеличении от 20-60 крат (фаза = 0,21). Ее видимость потрясающая, Луна уже давно зашла за горизонт, и рассмотреть Венеру в бинокль ничто не мешает!

В 5:30 я уже чувствую, как меня клонит ко сну, и у меня появляется идея пойти в тепленькую кроватку и немного задремать с новыми и неопируемыми впечатлениями!



Леванович Наталья, г. Минск

Ветеран любительской астрономии из Самары

Когда я получил от знакомого любителя астрономии (ныне к сожалению покойного) несколько номеров Календаря наблюдателя, пожелал написать Вам и сделать запрос. Меня заинтересовали в КН графические конфигурации спутников Юпитера. Наблюдение галилеевских спутников... для меня это приятный и желанный десерт в эпоху хорошей видимости. Кстати, я до сих пор пользуюсь Астрономическими календарями, переменной частью, с 1969 года и по сей день. С того момента, когда АК Москва отдала С-Петербургу, эфемериды конфигураций спутников Юпитера не печатают. А самое главное для астронома темно-синее небо над головой, с мириадами цветных бриллиантов!

Вкратце о себе. Занимаюсь астрономией с 1969 года, член астрономической секции КО ВАГО, действительный член КО ВАГО (АГО) с 1985 по 2000 годы. Ну а сейчас, я сам себе любитель астрономии. Люблю, серьезно уважаю астрономию, как науку из всех наук.

**...И порождают разум
Вспышки звезд.**

Уильям Блейк.

Все что касается астрономии, я с трепетом уважаю и ценю. У меня есть мой любимый «Мицар», это моя классика, ньютоновская классика, для хора двойных звезд. Второй телескоп ТАЛ-120, третий - школьный рефрактор 80мм. Он самый счастливый старичок, выдавший виды. Сама комета Галлея была под его прицелом 1985 – 86 гг. Есть еще попроще и поменьше, Это монокуляр МП 12*40, 20*60, перископ БСТ 10*45 - участник ВОВ, ветеран, в хорошем состоянии.

Область научных интересов - наблюдение визуально-двойных звезд. Это направление основное. «Заболел» я визуально-двойной болезнью в 80-х годах, когда из Ленинграда получил книгу П.Куто «Наблюдение визуально-двойных звезд». Есть хорошая библиотека, литература в основном классическая, атласы «Звездного неба», каталоги, карты, журналы «ЗиВ» с самого рождения, «Звездочет» года за четыре, брошюры «Астрономия и космонавтика» по подписке и пр. Самого главного нет - каталога ADS, каталог 17180 двойных звезд Р.Эйткена и ICDS-индекс-каталог двойных звезд С.Уорли желательны с координатами на эпоху 2000.

Сейчас нахожусь в состоянии приятного возбуждения. И все от того, что в очередной раз Наша покровительница Муза Урана дала шанс насладиться гармонией и красотой Космоса и кометой Холмса, похожей на медузу. Для наблюдения кометы использую телескоп ТАЛ-120 (32^x) и монокуляр МП20*60 на азимутальной установке. Разумеется все свои наблюдения подробно записываю. До настоящего времени, ранее, кроме описаний я занимался астрофотографией. Сейчас она для меня умерла. Фотоматериалы, которыми я пользовался, исчезли, и

единственный магазин на весь город, который в одночасье стал парикмахерской. Осталось у меня только фотооборудование, фотографии, негативы, просроченные фотопленки и фотопластинки. Осталась «стеклянная библиотека» - фотоархив. В 80-е годы, будучи членом Самарского (Куйбышевского Отделения) ВАГО систематически занимался фотографическими наблюдениями Солнца (Служба Солнца). Толчком к этому послужило Солнечное затмение 31 июля 1981 года и рекомендации КО ВАГО. Настоящим руководством для таких наблюдений послужила замечательная брошюра Клякотко М.А. «Задачи и методика наблюдений Солнца» изд. 1971 года. Брошюра была предложена Академией наук для любителей астрономии и даже для специалистов-астрономов. Солнце фотографировал самодельной окулярной камерой, монтированной к телескопу ТРМ60, а позже к телескопу-рефрактору РТ-80 (большой школьный). Кассетная часть (узел) камеры рассчитана для фотопластинок 9x12см. Диаметр солнечного диска на фотопленке зависит от применяемого окуляра. Чаще пользовался окуляром Кельнера $f=20\text{мм}$ (около $40\times$), что соответствовало диаметру 60мм на фотопленке. Результаты своих наблюдений отдавал председателю астрономической секции ВАГО. Параллельно занимался фотографическими наблюдениями Луны, звездного неба (Патрулирование звездного неба в моменты максимума метеорных потоков) то же, самодельной камерой формата $19\times 24\text{см}$. на листовую фотопленку. Применял объектив «Индустар-37» $f=300$ 1:4.5. А фотографические наблюдения комет Хиякутаки и Хейла-Боппа есть результат последних щелчков затвора моей астрофотографии. Сейчас занимаюсь исключительно визуальной астрономией!

Наипервейшая моя задача в самое ближайшее время построить небольшую домашнюю обсерваторию. Вот уже третий год, как я пустил корни в деревенской глуши, стремился и мечтал о черно-синем небе, усыпанным бриллиантами звезд.

Для полезных и в какой-то мере ценных наблюдений срочно необходима стационарная установка телескопа.

Изучение визуально-двойных звезд требует вышесказанных условий. На телескоп ТАЛ-120 я установил отеческий микрометр МОВ-1-15*У4,2 ЛОМ для определения позиционных углов Q разделения P компонентов пар. Но есть маленький недостаток - нет подсветки на шкале микрометра.

Еще одно направление наблюдений - наблюдение галилеевых спутников Юпитера, т.е. весь перечень событий различных положений спутников относительно Юпитера - фиксирование контактов секундомером. И еще хотелось бы понаблюдать взаимные покрытия и затмения галилеевых спутников. Знаю только о том, что с мая 1985 по апрель 1986 года, произошло почти 300 взаимных покрытий и затмений галилеевых спутников Юпитера, в очень благоприятных условиях для наблюдений с Земли. Такая ситуация, повторяющаяся примерно каждые 6 лет, позволяет видеть с Земли сотни затмений и покрытий четырех галилеевых спутников друг с другом.

Валерий Петрович Ковригин, любитель астрономии со стажем, член ВАГО до 1992 года (до 2000 - АГО), г. Самара

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ В 2007 ГОДУ

Способ наблюдения – экран

Инструмент: «Турист-4», 30 мм, 10 крат, поле зрения 4 градуса.

Таблица 1. Количество групп пятен

Северное полушарие	Южное полушарие	всего
11	27	38

Таблица 2. Площадь пятен выраженная в м.д.п.с.

Северное полушарие	Южное полушарие	На всем диске	В центральной зоне
16	126	142	35

Таблица 3. Среднемесячные значения на всем диске

январь	375
февраль	150
март	53
апрель	-
май	213
июнь	176
июль	380
август	109
сентябрь	13
октябрь	3
ноябрь	-
декабрь	233

Таблица 4. Среднемесячное число Вольфа на всем диске

январь	14,2
февраль	3,5
март	2,7
апрель	-
май	8,1
июнь	10
июль	12,9
август	4,3
сентябрь	1,5
октябрь	1,4
ноябрь	-
декабрь	10,3

Таблица 5. Среднегодовое число Вольфа

На всем диске	В центре зоны
5,7	1,04

Таблица 6. Количество повторяющихся групп

Северная широта	Южная широта	всего
-	2	2

Таблица 7. Количество повторяющихся групп с числом прохождения по диску

1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	1	1	-	-	-	-	-	-

Таблица 8. Кол-во групп с различной средней площадью

Площадь групп м.д.п.с.	Северная широта	Южная широта	всего
1 - 50	-	4	4
51 - 200	8	12	20
201 - 500	3	9	12
501 - 1000	-	2	2
всего	11	27	38

Таблица 9. Средняя широта групп

северных	южных	всех
+4	-7,62	6,96

*Татьяна Донченко, любитель астрономии Узбекистан, Ташкентская область, п/о Майское
Набор рукописного текста произвела Елена Вербицкая,
г. С. Петербург*

МАЙ – 2008



Обзор месяца

Основными астрономическими событиями месяца являются: 4 мая - максимум действия метеорного потока Эта-Аквариды, 6 мая - покрытие звездного скопления Плеяды (M45) Луной (видимость - Сибирь, Дальний Восток), 10 мая - покрытие Марса Луной (видимость - юго-запад Европейской части России), 14 мая - Меркурий в вечерней (восточной) элонгации. 23 мая - Марс проходит по скоплению Ясли. Солнце движется по созвездию Овна до 14 мая, а затем переходит в созвездие Тельца и остается в нем до конца месяца. Склонение дневного светила постепенно увеличивается, а продолжительность дня быстро растёт от 15 часов 20 минут в начале месяца до 17 часов 06 минут 31 мая. С 22 мая вечерние астрономические сумерки сливаются с утренними, поэтому глубокого темного неба придется подождать до 22 июля (хотя ввиду близкого полнолуния наблюдения туманностей нужно будет отложить еще на неделю). Эти данные справедливы для широты Москвы, где полуденная высота Солнца за май месяц возрастет с 49 до 56 градусов. Южнее московской параллели день будет короче, а севернее - длиннее (выше 70 параллели к концу месяца наступит полярный день). Для наблюдений Солнца май - один из самых благоприятных месяцев, но наблюдать его нужно **обязательно (!) с применением солнечного фильтра**. Идет новый цикл солнечной активности, поэтому желательны ежедневные наблюдения поверхности Солнца для учета появляющихся пятен. Убывающая Луна (фаза 0,28) начнет свой путь по майскому небу в созвездии Козерога, расположившись между Ураном и Нептуном. Утром 2 мая она сблизится с Ураном при фазе 0,19, пройдя в двух градусах севернее планеты. Поскольку наклон эклиптики к горизонту в утренние часы весьма мал, близкие к Солнцу Луна и планеты находятся в это время суток низко над горизонтом. Миновав созвездие Рыб, убывающий серп Луны 5 мая перейдет в созвездие Овна, и сблизится до 4 градусов с Венерой (пройдя севернее планеты). В этот же день наступит новолуние. При этом зарождающийся новый месяц пройдет в 4 градусах севернее Солнца. 6 мая молодая Луна выйдет на вечернее небо и покроет Плеяды в самой малой фазе (0,02) за всю текущую серию покрытий этого скопления. Явление можно будет наблюдать с территории Сибири и Дальнего Востока. Жители Европейской части России не увидят покрытия, но в этот вечер смогут наблюдать сближение Луны с Меркурием до 2 градусов. 8 мая растущий серп перейдет в созвездие Близнецов, а 10 мая в созвездие Рака, где покроет планету Марс, при фазе 0,33. Полоса покрытия охватит юго-запад Европейской части России и стран СНГ. На этом значимые покрытия Луной в мае месяце закончатся. Через половину суток после покрытия Марса ночное светило пройдет южнее звездного скопления Ясли, 12 мая перейдет в созвездие Льва и к вечеру этого дня сблизится с Регулом и Сатурном, вступив в фазу первой четверти. Минимальное угловое расстояние до Регула составит 2 градуса, а до Сатурна - 3,5 градуса. В последующие несколько дней увеличивающаяся в фазе Луна будет перемещаться по созвездиям Льва и Девы, 17 мая пройдя в 3 градусах южнее Спики (альфа Девы) при фазе 0,92. Благополучно миновав созвездие Весов, 20 мая ночное светило вступит в фазу полнолуния в созвездии Скорпиона близ главной звезды этого созвездия - Антареса (находясь всего в градусе южнее). Поскольку склонение Луны будет невелико, в средних широтах она

расположится низко над горизонтом, а в северных широтах не будет восходить вообще. С переходом 21 мая в созвездие Змееносца, а затем (22 мая) в созвездие Стрельца, Луна станет уменьшать величину фазы, и под утро 24 мая сблизится с Юпитером уже при значении фазы 0,86. 25 мая ночное светило перейдет в созвездие Козерога, а в дневное время 27 мая при фазе 0,6 покроет Нептун. Конечно, это явление будет недоступно для любительских наблюдений. 28 мая Луна вступит в фазу последней четверти в созвездии Водолея, а утром 29 мая при фазе 0,4 сблизится с Ураном до 3 градусов. Через два дня, достигнув границы созвездий Рыб и Овна, убывающий серп Луны при фазе 0,13 закончит свой путь по майскому небу. На звездном небе мая можно будет наблюдать все планеты за исключением Венеры. Меркурий пройдет точку вечерней элонгации (22 градуса) 14 мая, а наблюдаться будет практически весь месяц (в созвездии Тельца). 2 мая самая быстрая планета пройдет в 2 градусах южнее Плеяд. До 26 мая Меркурий перемещается прямым движением, а затем проходит точку стояния и переходит к обратному движению по небесной сфере. Продолжительность его вечерней видимости достигает максимума (1 час 25 минут на широте Москвы) к началу второй декады месяца. В эти дни Меркурий виден после захода Солнца над северо-западным горизонтом в виде желтой звезды с блеском около 0m. Поскольку эклиптика в вечерние часы мая располагается под большим углом к горизонту, то и Меркурий «максимально использует» свое удаление от Солнца, оставаясь над горизонтом максимально продолжительное время для текущей элонгации. Но, не смотря на благоприятное расположение на небесной сфере, блеск планеты во второй половине месяца станет быстро уменьшаться и к концу месяца не превысит +4m. С таким блеском он может быть найден только в бинокль и лишь в южных районах страны. Венера (-3,7m) в мае не видна. Она перемещается прямым движением по созвездию Овна, 19 мая переходя в созвездие Тельца. Угловое расстояние планеты от Солнца сокращается за месяц от 10,5 до 2,5 градусов. Венера находится близ верхнего соединения с Солнцем, и к концу месяца доступна для наблюдений только космическому телескопу SOHO. Марс наблюдается по вечерам в созвездии Рака в виде звезды с блеском +1,4m. Продолжительность его видимости за месяц сокращается с 5 до 2 часов. Видимый диаметр планеты уменьшается до 5 угловых секунд, поэтому в телескоп на его поверхности можно разглядеть лишь наиболее крупные детали. 22 - 23 мая Марс пройдет по северной части звездного скопления Ясли (M44). Юпитер восходит после местной полуночи на юго-востоке, и виден в виде яркой звезды (-2,4m) в течение 2 часов в начале месяца и 3 часов - в конце. Планета весь месяц находится в созвездии Стрельца, перемещаясь прямым движением до 9 мая, а затем меняя его на попятное. Сатурн за месяц снижает видимость с 6,5 до 3,5 часов. Планета находится в созвездии Льва в 2,5 градусах к востоку от Регула, 3 мая меняя попятное движение на прямое. Уран можно наблюдать предрассветные часы от нескольких минут в начале месяца до 1 часа - в конце. Нептун увеличивает видимость от 1 до 1,5 часов. Обе планеты могут быть найдены в бинокль с помощью звездных карт (имеющихся в КН за апрель) в созвездиях Водолея и Козерога, соответственно. Из комет до 11m любители астрономии смогут наблюдать P/Holmes (17P), McNaught (C/2006 Q1) и Boattini (C/2007 W1). Первая из них весь месяц будет находиться в созвездии Возничего, а две другие большую часть мая будут перемещаться по созвездию Гидры. Астероиды месяца представлены 5 светилами до 10m. Ярче других будет Веста (8,2m). Блеск остальных 4 астероидов составит от 9 до 10m. За месяц с территории России (согласно <http://www.asteroidoccultation.com>) можно будет наблюдать 3 покрытия звезд астероидами. Максимумом блеска достигнут 7 долгопериодических переменных звезд, самыми яркими из которых будут X Змееносца (5,9m) - 8 мая и R Девы (6,1m) - 23 мая. RU Геркулеса - 9 мая, RS Девы - 15 мая, R Дракона - 16 мая, Т. Б. Медведицы - 17 мая и R Лисички - 23 мая достигнут блеска 6,5 - 7m. Основную метеорный поток мая - эта-Аквариды. Ясного неба!

Эфемериды небесных тел - в КН № 5 за 2008 год.

Александр Козловский

<http://cfa-www.harvard.edu/iau/RecentIACs.html> - Циркуляр Международного Астрономического Союза
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/info/OldCircStatus.html> - архив
http://www.cfa.harvard.edu/iau/indexto_iau8000.html - названия всех циркуляров с 1 по 8000.
<http://cfa-www.harvard.edu/mpec/RecentMPECs.html> - Электронный Циркуляр Малых Планет
<http://www.cfa.harvard.edu/iau/Headlines.html> - новости от Международного Астрономического Союза
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/cbet/RecentCBETs.html> - Центральное Бюро Электронных Телеграмм
http://www.cfa.harvard.edu/iau/unconf/cbat_unconf.html - CBAT Unconfirmed Observations Page
<http://www.astronomerstelegam.org/> - астрономические телеграммы: открытия в области Новых, Сверхновых, переменных (в основном катаклизмические), рентгеновская и гамма-астрономия
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/NEO/ToConfirm.html> - тут сообщают об замеченных быстро движущихся объектах
<http://www.oaa.gr.jp/~oaacs/yc.htm> - Yamamoto circular
<http://home.mindspring.com/~mikesimonsen/cvnet/index.html> - список катаклизмических переменных во вспышке
<http://tech.groups.yahoo.com/group/baavss-alert/> - срочные сообщения о катаклизмических переменных
<http://tech.groups.yahoo.com/group/cvnet-discussion/> - дискуссионный лист о катаклизмических переменных
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-alert/> - лист-рассылка Сети наблюдателей переменных звезд (VSNET)
<http://cosmos4u.blogspot.com/> - сайт наблюдательного характера
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/mailman/listinfo/> - общий список рассылок
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-recent/> - последние наблюдения, рассортированные по объектам!
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-obs/> - последние наблюдения, не рассортированные по объектам
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-rcb/> - сообщения о R CrB-типе переменных
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-outburst/> - сообщения о вспышках карликовых новых и рентгеновских двойных
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-newvar/> - об открытии новых переменных
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-miracirc/> - о мирадах сообщения
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-mira/> - рассортированные сообщения о мирадах
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-ecl/> - наблюдения затменных-переменных
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-cvcirc/> - Циркуляры катаклизмических переменных
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/pipermail/vsnet-campaign-dn/> - сообщения о карликовых Новых
<http://cfa-www.harvard.edu/~gwilliams/DASO/> - циркуляр наблюдателей отдаленных искусственных спутников (<http://cfa-www.harvard.edu/iau/SpaceJunk/SpaceJunk.html> - тут можно эфемериды сделать для них)
<http://home.gwi.net/~pluto/mpecs/pseudo.htm> - ПсевдоМПЕС - для естественных и искусственных спутников планет и самих планет
<http://www.satobs.org/seesat/> - Если Вас интересуют наблюдения ИСЗ, то не забывайте заглядывать на лист-рассылку
<http://www.supernovae.net/novae.html> - внегалактические Новые
http://cfa-www.harvard.edu/iau/CBAT_M31.html
<http://www.aavso.org/> - Американская Ассоциация Наблюдателей Переменных Звезд (AAVSO)
<http://www.aavso.org/publications/alerts/> - сообщения от AAVSO
<http://www.aavso.org/publications/specialnotice/>
<http://mira.aavso.org/pipermail/aavso-discussion/>
<http://www.supernovae.net/snimages/> (или <http://www.rochesterastronomy.org/snimages/>) - сводка всех ярких Сверхновых на данный момент
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/RecentSupernovae.html>
<http://www.hohmanntransfer.com/crt.htm#news>, http://www.hohmanntransfer.com/news/crt_arch.htm и <http://www.hohmanntransfer.com/mn/index.html> - новости из области малых тел Солнечной системы
http://www.fg-kometen.de/fgk_hpe.htm - новости из мира комет
<http://groups.yahoo.com/group/mpml/> - Яхо-группа астероидного (малых планет) листа-рассылки
<http://groups.yahoo.com/group/comets-ml/> - Яхо-группа кометного листа-рассылки
<http://groups.yahoo.com/group/CometObs/> - Яхо-группа наблюдателей комет листа-рассылки
<http://tech.groups.yahoo.com/group/meteorobs/> - метеорная рассылка
<http://lists.meteorobs.org/pipermail/meteorobs/> - еще одна метеорная рассылка
<http://tech.groups.yahoo.com/group/imo-news/> - IMO рассылка
<http://www.imo.net/> - IMO (Международная Метеорная Организация)
<http://www.spaceweather.com/> - полезный сайт для наблюдателей
<http://mira.aavso.org/pipermail/aavso-photometry/> - рассылка по вопросам фотометрии
<http://neo.jpl.nasa.gov/ca/> - пролетающие околоземные астероиды
http://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn/gcn3_archive.html - циркуляр гамма-всплесков
<http://groups.yahoo.com/group/CometChasing/> - Яхо-группа охотников за кометами листа-рассылки
<http://groups.yahoo.com/group/Comet-Images/> - Яхо-группа съемки комет листа-рассылки
<http://dir.groups.yahoo.com/dir/Science/Astronomy> - общий сборник астрономической тематики Яхо-групп листов рассылки
<http://ssd.jpl.nasa.gov/cgi-bin/eph> - генератор эфемерид
<http://www.heavens-above.com/> - расчет пролета ИСЗ
<http://calsky.com/>
<http://www2.jpl.nasa.gov/calendar/> - Космический календарь от JPL
<http://www.calsky.com/cs.cgi/Calendar> - астрономический календарь для любой точки Земли
<http://www.cloudynights.com/ubbthreads/postlist.php/Cat/0/Board/Imaging>
<http://www.buytelescopes.com/gallery/gallery.asp?g=1>
<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/>
<http://hea.iki.rssi.ru/~denis/ssylki.html> - сборник ссылок от BigDen'a

Сайты, посвященные покрытиям

<http://www.lunar-occultations.com/iota/iotandx.htm> - международная ассоциация наблюдений покрытий (IOTA)
<http://asteroidoccultation.com/> - Страница Стива Престона, покрытия звезд астероидами
<http://astrosurf.com/eaon/>
<http://www.iota-es.de/>
<http://www.euraster.net/>
<http://mpocc.astro.cz/>

Дополнительный список астророссылок можно найти на
<http://www.ka-dar.ru/forum/index.php/topic,248.0.html>

Стас Короткий, НЦ Ка-Дар <http://www.ka-dar.ru/forum>

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

О ПРОЕКТЕ

НОВОСТИ ПРОЕКТА

ПРЕСС-РЕЛИЗЫ

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ АСТРОНОМА

Астротоп России <http://www.astrotop.ru> - все любительские астросайты России на одном ресурсе!



КА-ДАР
ОБСЕРВАТОРИЯ

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

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

Сделайте шаг к науке
вместе с нами!

НЦ Ка-Дар представляют Астрономический календарь на 2008 год!
Любители астрономии Москвы и Московской области могут
приобрести АК_2008 в Научном Центре Ка-Дар и астрономических
магазинах. Любителям астрономии других городов
предоставляется возможность приобрести календарь по почте,
<http://shop.astronomy.ru> (магазин «Звездочет»)



АСТРОФЕСТ



АстроФест - это место, где думают об астрономии, говорят об астрономии, занимаются астрономией и учатся астрономии. Время АстроФеста - это двое суток, посвященных только любимому увлечению. Это время открытого, интересного и ничем не ограниченного общения с близкими по духу людьми на фоне красивой подмосковной природы и прекрасной весенней погоды. Это две ночи разнообразных и интенсивных астрономических наблюдений, когда за одну ночь можно пронаблюдать небесные объекты в десятки инструментов. Итак, если вам небезразлична астрономия, если вы любите небо, если вам не хватает знаний и общения на эту тему, то АстроФест – это то мероприятие, которое вам обязательно следует посетить. Фестиваль **АстроФест-2007** пройдет с **25 по 27 апреля** на территории детского городка «Орленок», в Пушкинском районе Московской области. Предварительная регистрация участников фестиваля проводится в течение двух месяцев (с конца февраля). Более подробная информация имеется на сайте фестиваля <http://www.astrofest.ru>. **До встречи под звездами Подмосковья!**

Объявления, контакты, предложения, сообщения

Куплю по договоренности Атлас звездного неба до 11m (Millenium Star Atlas в трех томах), а также Атлас Луны (видимая сторона) на 76 картах (Atlas of the Moon) или аналогичные по информативности
Телефоны: (48251) 5-58-72, 8-915-717-55-72 Ручков Е.Н.

Как оформить подписку на бесплатный астрономический 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 пункту.

Урал и Средняя Волга:

Республика Беларусь:

Литва и Латвия:

Новосибирск и область:

Красноярск и край:

С. Петербург:

Гродненская обл. (Беларусь) и Польша:

Омск и область:

Германия:

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

Ленинградская область:

Украина:

Александр Козловский sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru

Алексей Ткаченко alex_tk@tut.by

Андрей Сафронов safronov@sugardas.lt

Алексей ... inferno@cn.ru

Сергей Булдаков buldakov_sergey@mail.ru

Елена Чайка smeshinka1986@bk.ru

Максим Лабков labkowm@mail.ru

Станислав... star_heaven@mail.ru

Lidia Kotscherow kotscheroff@mail.ru

Коню Андрей konov_andrey@pochta.ru

Евгений Бачериков batcherikow@mail.ru



Туманность «Кошачий глаз»

