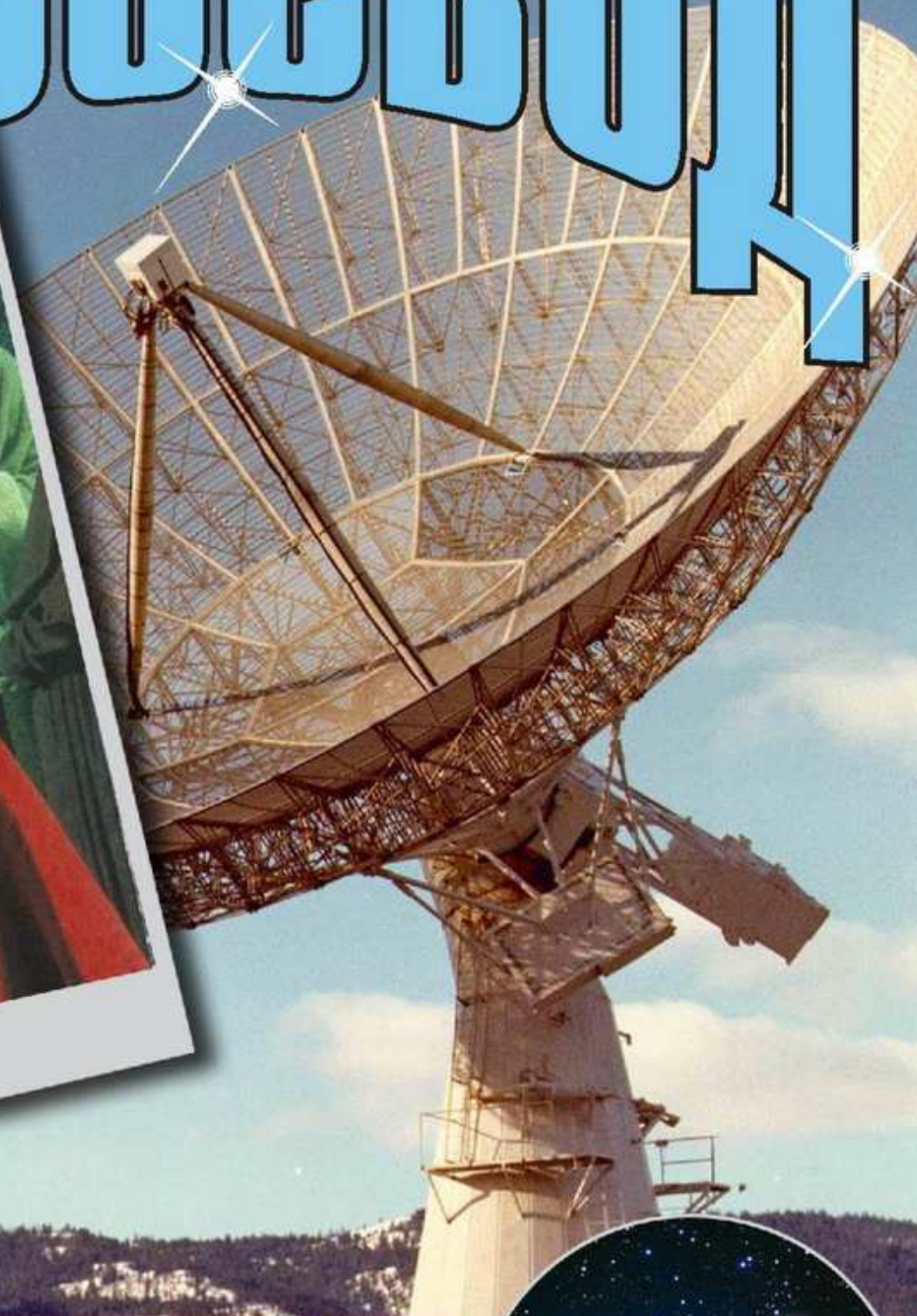
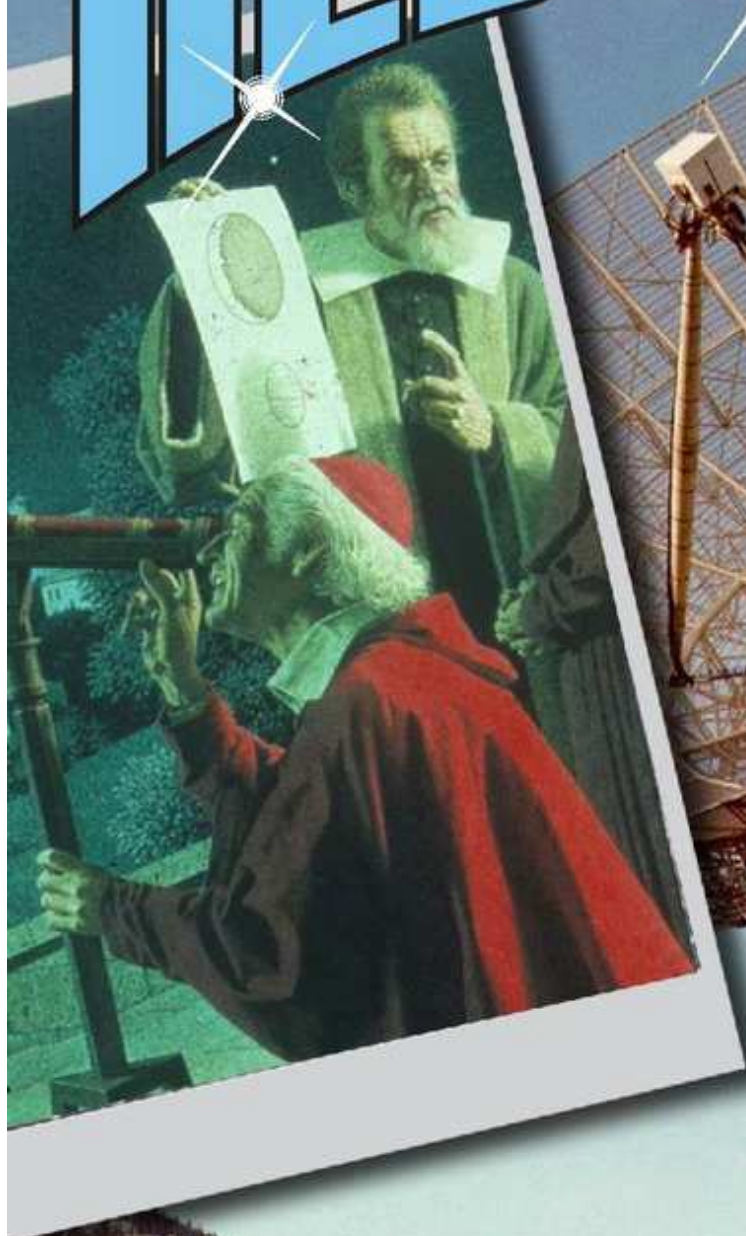


ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

# НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

## 50 ЛЕТ ПРОГРАММЕ ПОИСКА ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ СЕТИ/SETI

01'10  
январь

Лунное затмение 31 декабря 2009 – некоторые вопросы  
Некоторые итоги Международного Года Астрономии  
Эпсилон Возничего - затмение длиною в год      Телескоп Галилея



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



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

[http://www.astrogalaxy.ru/download/AstrK\\_2005.zip](http://www.astrogalaxy.ru/download/AstrK_2005.zip)

**Астрономический календарь на 2006 год (архив - 2 Мб)**

[http://images.astronet.ru/pubd/2006/04/15/0001213097/ak\\_2006.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2006/04/15/0001213097/ak_2006.zip)

**Астрономический календарь на 2007 год (архив - 2 Мб)**

[http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/30/0001217237/ak\\_2007sen.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2006/10/30/0001217237/ak_2007sen.zip)

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

[http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/03/0001224924/ak\\_2008big.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/03/0001224924/ak_2008big.zip)

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

[http://images.astronet.ru/pubd/2009/01/15/0001232818/ak\\_2009pdf\\_se.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2009/01/15/0001232818/ak_2009pdf_se.zip)

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

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

<http://ziv.telescopes.ru>

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



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

[http://images.astronet.ru/pubd/2005/11/05/0001209268/se\\_2006.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2005/11/05/0001209268/se_2006.zip)

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

[http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/08/0001225503/se\\_2008.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/08/0001225503/se_2008.zip)

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

<http://astronet.ru/db/msg/1236635>

**Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)**

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

**Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)**

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

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

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

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

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



**Противостояния Марса (архив - 2 Мб)**

[http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005\\_2012.zip](http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip)



**Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!**

**КН на январь 2010 года** <http://images.astronet.ru/pubd/2009/10/23/0001236632/kn012010pdf.zip>

**КН на февраль 2010 года** <http://images.astronet.ru/pubd/2009/12/07/0001237265/kn022010pdf.zip>

**Все номера КН на** <ftp://astrokuban.info/pub/Astro/Nebosvod/>

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

**Подписка здесь!** [http://content.mail.ru/pages/p\\_19436.html](http://content.mail.ru/pages/p_19436.html)



«Фото и цифра»  
[www.supergorod.ru](http://www.supergorod.ru)

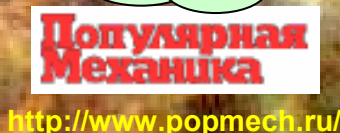


**«Астрономический Вестник»**  
**ИЦ КА-ДАР -** <http://www.ka-dar.ru/observ>  
e-mail [info@ka-dar.ru](mailto:info@ka-dar.ru)  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-1.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-2-06.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-3-06.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-4-06.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-5.pdf>  
<http://www.ka-dar.ru/info/kdi-6.pdf>

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

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

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



## Уважаемые любители астрономии!

Наступил новый 2010 год. Редакция журнала поздравляет всех любителей астрономии и астрономов-профессионалов этой датой и желает плодотворной работы и новых открытий. Ведь даже любители астрономии могут совершить важное открытие на скромном телескопе. Но для этого нужно наблюдать и наблюдать.... А в планировании наблюдений вам поможет вышедший в свет Астрономический календарь на 2010 год, который можно скачать на <http://astronet.ru/db/msg/1237912> .... В новом году для любителей астрономии открылся новый новостной Интернет-ресурс «Планета Астронет» <http://vo.astronet.ru/planet> Это единая русскоязычная лента новостей на сайте <http://www.astronet.ru/> Здесь собраны новости со всех ресурсов АстроРунета. Поэтому теперь Вам не придется переходить с сайта на сайт в поисках обновлений. Достаточно будет зайти на «Планету Астронет» и прочитать все новости от новых открытий до предложений приобретения телескопов и другого астрономического оборудования. Добро пожаловать на ПЛАНЕТУ АСТРОНЕТ! В редакцию, по-прежнему, приходят письма с благодарностью в адрес журнала. Например, Шумков Владислав Петрович руководитель астроклуба «Парсек» (г. Пенза) пишет: «Желаю успешного развития журналу, о котором любители астрономии раньше и мечтать не могли. Прекрасный журнал и хочется, чтобы у него была долгая и счастливая жизнь. С интересом читаю и перечитываю многие статьи.» Редакция журнала благодарит Владислава Петровича за отзыв и постарается оправдать пожелания любителей астрономии. Любительская астрономия нашей страны развивается уверенными шагами. И это развитие идет, благодаря как астрономам-профессионалам, так и любителям астрономии. Каждый из нас вносит частичку своего вклада в любимую науку, одновременно получая информацию от других. И в этом единении и совместном познании окружающего нас мира и есть смысл в существовании каждого человека, как разумного существа, и его месте во Вселенной!

Искренне Ваш Александр Козловский

## Содержание

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)
- 10 50 лет программе поиска внеземных цивилизаций SETI/SETI  
Г. М. Рудницкий
- 22 Лунное затмение 31 декабря 2009 – некоторые вопросы  
Александр Кузнецов
- 25 Телескоп Галилея  
В.Г. Сурдин, Н. Л. Васильева
- 29 Эпсилон Возничего – затмение длиною в год  
Стас Короткий
- 31 Найдем на небе Марс  
Олег Малалхов
- 32 Гид дип-скай: Близнецы  
Александр Фёдоров (Фёанор)
- 34 Рассказы о созвездиях: Малая Медведица  
Виталий Шведун
- 35 Небо над нами: ФЕВРАЛЬ – 2010
- 37 Инопланетные святцы  
Георгий Бурба
- 38 Письма наших читателей  
И еще о Парадоксе близнецов....

**Обложка: Вид неба из двух полушарий**  
(<http://astronet.ru>)

Вид неба летней ночью показан слева, а зимней – справа. Однако на обоих снимках мы видим одни и те же звезды. Действительно, эти фотографии были сняты в конце декабря, и поле зрения на них примерно одинаково. Слева запечатлен вид с пляжа на острове Бруни около побережья Тасмании, Австралия, а справа показано небо над заснеженными горами Альборц на севере Ирана. Если небо на какой-то из этих фотографий кажется вам незнакомым, вы можете открыть изображения на <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap100115.html> и посмотреть на очертания знакомого всем созвездия Ориона, каким оно выглядит из южного и северного полушарий планеты Земля..

**Авторы:** Бабак Тафреши (Ночной мир)  
<http://www.twanight.org/tafreshi>  
**Перевод:** Д.Ю.Цветков

## Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

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

Дизайнер обложки: **Н. Кушнир**, [offset@list.ru](mailto:offset@list.ru)

Дизайнер внутренних страниц: **Таранцов С.Н.** [tsn-ast@yandex.ru](mailto:tsn-ast@yandex.ru)

В редакции журнала **Е.А. Чижова** и **ЛА России и СНГ**

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

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

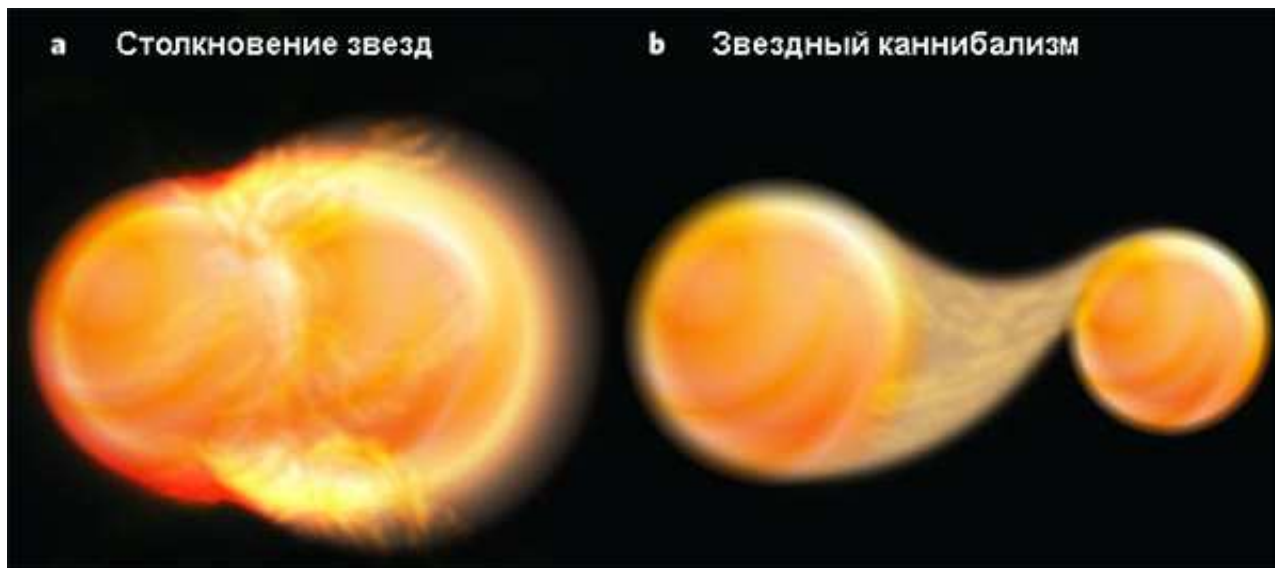
Веб-сайты: <http://astronet.ru>, <http://astrogalaxy.ru>, <http://elementy.ru>, <http://ka-dar.ru>, <http://astronomy.ru/forum>

Сверстано 16.01.2010

© Небосвод, 2010

### К чему приводят катастрофы в звездных скоплениях

Galactic halo). Они присутствуют и во многих открытых (в другой терминологии, рассеянных) скоплениях, которые наблюдаются в пределах дисковых зон спиральных и неправильных галактик.



В соответствии с теорией звездной эволюции аномально массивные звезды — так называемые «голубые отставшие звёзды» — в звездных скоплениях могут возникать двумя разными путями: а — в результате столкновения звезд, приводящего к их слиянию; б — в результате звездного каннибализма, когда одна из звезд двойной системы перетягивает на себя несгоревший водород из внешних слоев соседки и тем самым пополняет свои запасы термоядерного горючего. Наблюдения звездных скоплений подтверждают возможность обоих механизмов. Рис. из обсуждаемой статьи Melvyn B. Davies

Интернациональная группа астрономов опубликовала в последнем выпуске журнала Nature работу, подтверждающую две общепринятые модели рождения аномально массивных звезд, замеченных во многих звездных скоплениях. К аналогичным выводам пришли два сотрудника астрономического факультета Висконсинского университета в Мэдисоне, чья статья появилась в том же выпуске журнала.

В русскоязычной литературе эти светила именуют по-разному — голубыми бродягами, голубыми дезертирами, голубыми страгглерами. Поскольку во всех этих названиях присутствует вызывающий сомнительные ассоциации цвет, я буду использовать общепринятое англоязычное сокращение BSS — blue straggler stars (см. Голубые отставшие звёзды). Они вовсе не обязательно отличаются голубизной своего света, просто их спектры смещены в сторону более коротких волн по сравнению со спектрами абсолютного большинства звезд, входящих в данное скопление.

Звезды со столь экзотическим титулом известны без малого шесть десятков лет. Впервые их обнаружил в 1953 году американский астроном Аллан Сэндейдж (Allan Sandage), который в следующем десятилетии прославился открытием квазаров, сделанным совместно с Томасом Мэтьюсом (Thomas Matthews). Сэндейдж обратил внимание на эти светила в ходе наблюдений яркого (видимая звездная величина 6,2) и чрезвычайно древнего (предполагаемый возраст 12 миллиардов лет) скопления M3, расположенного в 33 900 световых лет от Солнца в созвездии Гончих Псов. Поначалу их сочли аномалией именно этой звездной ассоциации, однако со временем BSS были выявлены и во многих других звездных кластерах. Сейчас по ним накоплена обширная статистика, согласно которой BSS встречаются практически во всех шарообразных скоплениях, расположенных в галактических гало (см.

Звездные скопления сферической формы также фигурируют в русскоязычной литературе как глобулярные кластеры (см. Globular cluster, или просто глобуляры. Стоит отметить, что название globular cluster весьма старое, его 220 лет назад придумал Уильям Гершель. Астрономы узнали об их существовании во второй половине XVII века, хотя отдельные звезды в их составе были идентифицированы столетием позже. Типичный глобуляр состоит из нескольких сотен тысяч или даже миллионов звезд со средним возрастом порядка 10 миллиардов лет. Они сильно связаны между собой гравитационными полями, вследствие чего глобуляр на протяжении миллиардов лет обращается вокруг галактического центра как единое целое, сохраняя свою сферическую форму. Гигантские эллиптические галактики имеют многие тысячи глобуляров-спутников; в пределах Млечного Пути их выявлено порядка 150. В центральных областях крупных глобуляров на кубический парсек пространства в среднем приходится от 100 до 1000 звезд, в то время как на периферии кластера этот показатель падает на два-три порядка. Открытые кластеры (см. Open cluster), напротив, насчитывают всего лишь сотни или тысячи звезд и отличаются более диффузной структурой.

Теперь перейдем к предмету настоящей заметки. Как открытые, так и глобулярные кластеры содержат в своем составе очень яркие звезды, которые выглядят гораздо моложе звездной группировки в целом. На диаграмме Герцшпрунга—Рассела (см. Hertzsprung—Russell diagram) скопления M3, которую я привожу для иллюстрации, они расположены левее и выше точки поворота, по прохождении которой все звезды, за исключением маломассивных красных карликов, начинают эволюцию к образованию красных гигантов либо сверхгигантов и их преемников (чаще всего белых карликов, намного реже нейтронных звезд либо черных дыр — финал зависит от первоначальной звездной массы).

Вот в этом и состоит загвоздка. Посмотрим вновь на диаграмму Герцшпрунга—Рассела глобуляра M3. Легко видеть, что слева от «колена» главной последовательности расположены голубые и белые звезды спектральных классов B и A (см. Stellar classification), чей возраст измеряется десятками или сотнями миллионов лет. Встает вопрос: откуда же они взялись в скоплении, которое возникло примерно 12 миллиардов лет назад? То же самое можно сказать и о других кластерах, где имеются такие светила. Как утверждают общепринятые модели

формирования звездных группировок, практически все звезды, составляющие тот или иной кластер, являются ровесниками (в принципе, среди них могут быть и звезды-мигранты иного возраста, но их статистический вес очень невелик). Каким же образом там появились светила, которые должны были бы уже давно исчерпать свое водородное топливо? Наверное, можно не уточнять, что именно их и относят к семейству BSS.

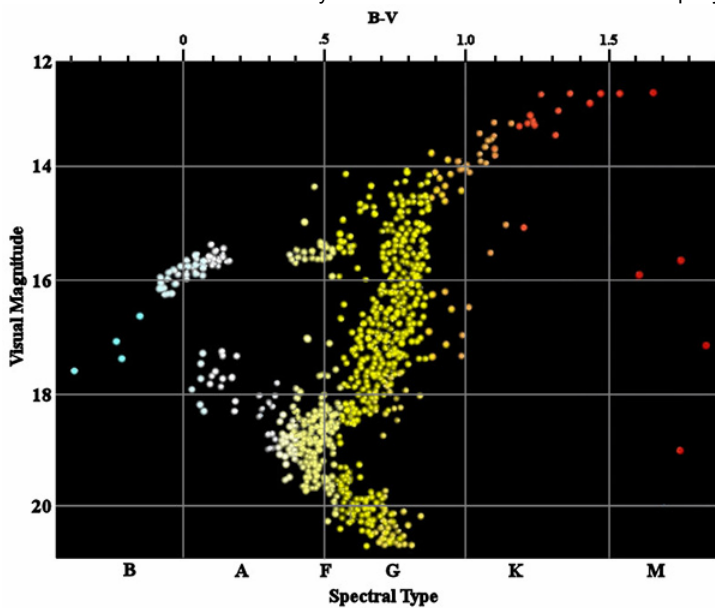


Диаграмма Герцигпрунга—Рассела глобулярного кластера М3. Изображение с сайта en.wikipedia.org

В принципе, ответ ясен. Раз BSS никак не могли возникнуть одновременно с рождением вмещающего их скопления, то, значит, они вспыхнули намного позже. Отсюда следует, что внутри кластеров достаточно часто случаются события, в результате которых частично выгоревшие звезды скачкообразно увеличивают свою массу, разогреваются и, если так можно выразиться, голубеют.

Астрономы уже давно пришли к убеждению, что для таких событий существуют лишь два правдоподобных сценария. Один из них основан на том обстоятельстве, что многие BSS выявлены в центральных областях старых глобуляров, которые, как уже я уже говорил, отличаются особо высокой звездной плотностью. Это означает, что там вполне вероятны лобовые столкновения звезд, приводящие к их слиянию. Во второй половине 80-х годов были просчитаны компьютерные модели, из которых следует, что эти катаклизмы могут сопровождаться сравнительно небольшими выбросами звездного вещества в окружающее пространство. В таких случаях масса родившейся звезды лишь ненамного уступит суммарной массе звезд-предшественниц. В результате на свет родится звезда с большим резервом неистраченного водорода, которая войдет в число BSS.

Однако есть и другая возможность. Некоторые BSS обнаружены в малонаселенных зонах галактических гало, где шансы столкновений очень невелики. Согласно доминирующей точке зрения, они могли родиться только в результате так называемого звездного каннибализма. Их предшественниками были двойные звездные системы, иначе говоря, объединенные силой тяготения пары звезд, обращающиеся вокруг общего центра инерции (нельзя не подчеркнуть, что в космосе такие пары чрезвычайно типичны, в то время как одиночные звезды вроде нашего Солнца встречаются куда реже). Если их массы неодинаковы, более тяжелая звезда раньше сожжет в своем ядре весь водород и станет красным гигантом. Если вторая звезда находится не слишком далеко, она сможет своим притяжением перетянуть несгоревший водород из внешних слоев соседки и тем самым пополнить свои запасы водородного горючего. В результате после ряда переходных процессов возникнет BSS, гравитационно связанный с тем, во что превратится красный гигант (как я уже говорил, скорее всего это будет белый карлик). Почти наверняка таким путем возникли если не все, то многие BSS, обнаруженные в сравнительно пустынных участках гало Млечного Пути.

Конечно, звездный каннибализм вполне возможен и в центральных зонах как глобуляров, так и открытых кластеров, где тоже вполне хватает двойных систем. Кроме того, наличие звезд-соседей может увеличить нестабильность звездной пары и заставить обе ее компоненты столкнуться и претерпеть слияние. Как показывают опубликованные в начале 2009 года результаты статистического анализа распределения BSS в

56 шаровых скоплениях, каннибалистский сценарий рождения этих звезд скорее всего преобладает даже в центральных областях глобуляров. Новые публикации в Nature убедительно подтверждают все эти выводы. Авторы первой из названных работ, Ф. Р. Ферраро (F. R. Ferraro) и его коллеги, с помощью орбитального телескопа имени Хаббла провели наблюдения BSS, входящих в состав шарового скопления М30. Они обнаружили, что эти звезды формируют на ГР-диаграмме кластера две близкие, но отдельные ветви. Авторы статьи полагают, что лежащая слева ветвь с более горячими звездами образована в ходе реализации коллизионного сценария, в то время как во второй ветви представлены чуть менее яркие светила, рожденные согласно сценарию звездного каннибализма. Наблюдения также показали, что свыше 80% выявленных BSS локализованы в пределах внутреннего ядра глобуляра. Интересно, что все изученные BSS родились в итоге партнерства довольно легких звезд, поскольку их типичная масса лишь в полтора раза превышает солнечную. Такие звезды светят миллиарды лет до своего превращения в красные гиганты, а затем в белые карлики, так что они могли возникнуть в весьма

далеком прошлом. Авторы предполагают, что большинство изученных BSS родилось один-два миллиарда лет назад. По их мнению, кластер М30 мог тогда претерпеть гравитационное сжатие, которое заметно увеличило плотность звезд в его ядре.

Авторы второй работы, Роберт Матье (Robert Mathieu) и Аарон Геллер (Aaron Geller), в течение десяти лет отслеживали BSS удаленного на 5 тысяч световых лет открытого кластера NGC 188, который на земном небосводе лежит в созвездии Цефея и соседствует с Полярной звездой, отстоя от нее всего на 4 градуса. В своей работе они использовали 3,5-метровый телескоп WIYN Национальной обсерватории Китт Пик (Kitt Peak National Observatory) в штате Аризона. Скопление NGC 188, которое содержит около 130 звезд, сформировалось около 5 миллиардов лет назад (это древнейший из всех известных открытых кластеров, которые обычно не старше нескольких сотен миллионов лет). Матье и Геллер тоже пришли к заключению, что в процессе рождения BSS задействованы все вышеперечисленные механизмы увеличения звездной массы, причем на первом месте стоит звездный каннибализм (16 из 21 BSS, которые наблюдали Матье и Геллер, с высокой степенью вероятности входят в бинарные системы). Им даже удалось обнаружить две BSS, обращающиеся вокруг друг друга. По мнению авторов, оба члена этой уникальной пары (их массы почти одинаковы, да и температуры разнятся очень незначительно, 6500 К и 6325 К) почти наверняка возникли независимо друг от друга в двух бинарных системах и затем вышли на гравитационно связанные орбиты, каким-то образом избавившись от своих прежних партнеров.

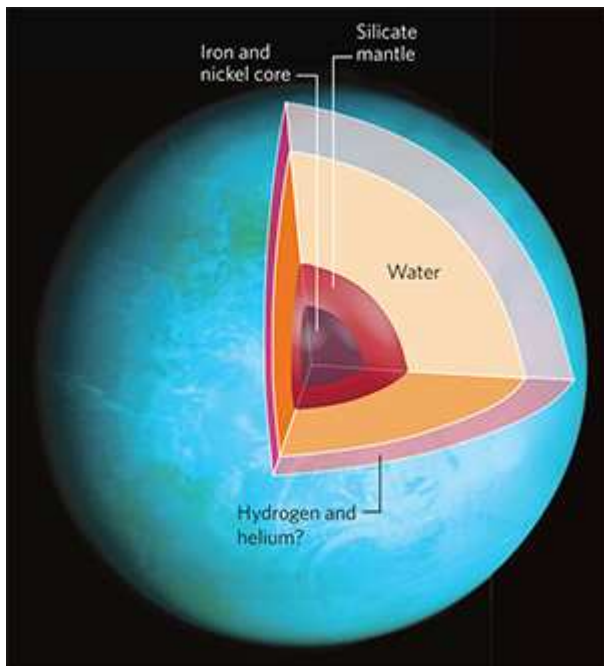
Как мне кажется, обе эти публикации представляют интерес не только в связи с проблемой генезиса BSS. Они, каждая по-своему, вновь продемонстрировали, насколько велика роль великих и малых катаклизмов в динамике Большого Космоса.

*Источники:*

- 1) F. R. Ferraro, et al. Two distinct sequences of blue straggler stars in the globular cluster M 30 // Nature. V. 462. P. 1028–1031 (24 December 2009). Doi:10.1038/nature08607.
- 2) Robert D. Mathieu, Aaron M. Geller. A binary star fraction of 76 per cent and unusual orbit parameters for the blue stragglers of NGC 188 // Nature. V. 462. P. 1032–1035 (24 December 2009). Doi:10.1038/nature08568.
- 3) Melvyn B. Davies. Astrophysics: Stellar revival in old clusters // Nature. V. 462. P. 991–992 (24 December 2009). Doi:10.1038/462991a.

Алексей Левин, <http://elementv.ru/news/431228>

## «Место, где много воды»



Новооткрытая экзопланета GJ 1214b имеет железно-никелевое ядро и силикатную мантию, над которыми, возможно, лежит водный океан глубиной в сотни километров, окруженный водородно-гелиевой атмосферой. Изображение из обсуждаемой статьи Geoffrey Marcy

Заголовок известного рассказа Айзека Азимова прекрасно подходит и для этой заметки. Речь пойдет об изрядно шумевшем открытии внесолнечной планеты, которая может примерно наполовину состоять из воды — правда, пока нельзя сказать, в каком фазовом состоянии.

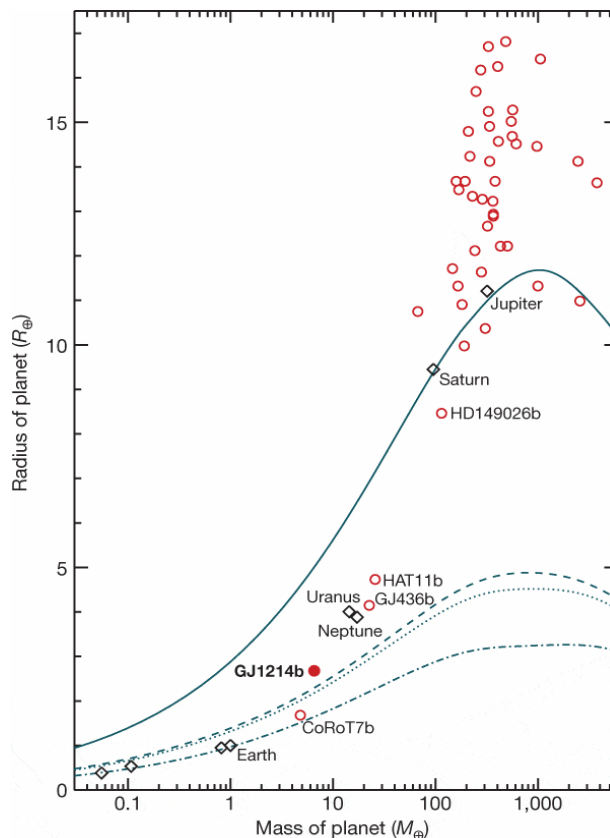
Планету обнаружили участники действующей с прошлого года коллаборации MEarth Project, которую возглавляет гарвардский профессор астрономии Дэвид Шарбонно (David Charbonneau). Эти астрономы заняты поиском землеподобных планет, обращающихся вокруг красных карликов спектрального класса M, массы которых лежат в диапазоне от 0,1 до 0,33 массы Солнца. Они планируют провести мониторинг 1976 звезд этого типа, расположенных в сравнительной близости от Земли и потому обладающих довольно большим собственным движением.

Основным инструментом поиска служит интегрированная сеть из восьми одинаковых автоматизированных телескопов с 40-сантиметровой апертурой, установленных в Обсерватории имени Фреда Лоуренса Уиппла (Fred Lawrence Whipple Observatory), расположенной на вершине горы Хопкинс в штате Аризона. Телескопы оснащены высокочувствительными фотометрами с твердотельными приемными матрицами, работающими в ближней инфракрасной зоне (700–900 нанометров). Эти приборы позволяют эффективно искать транзитные планеты, проходящие между своими звездами и Землей и благодаря этому периодически экранирующие звездный блеск. Согласно опубликованной в прошлом году программной статье коллаборации MEarth, с их помощью, в принципе, можно рассчитывать в течение трех лет выявить несколько планет с минимальным размером порядка двух земных радиусов, расположенных в пригодных для возникновения жизни окрестностях материнских звезд.

17 декабря Шарбонно и его коллеги сообщили о своем первом успехе. Они обнаружили ранее неизвестную планету из семейства так называемых супер-Земель (в него принято включать тела с массами от 2 до 10 масс Земли). Планета обращается вокруг звезды GJ 1214 из экваториального созвездия Змееносца. Это очень тусклый красный карлик с видимой звездной величиной 14,7, удаленный от Солнца на 40 световых лет. Его масса и радиус составляют 16 и 21% массы и радиуса нашего Солнца. Температура его поверхности не превышает 3000 К (около 2700°C) и, следовательно, более чем вдвое уступает поверхностной температуре Солнца. Абсолютная яркость GJ 1214 составляет всего лишь 0,003 солнечной. Время

жизни звезды оценивается в 6 миллиардов лет, то есть с хорошей точностью совпадает с возрастом Солнца.

Наблюдения звезды GJ 1214 выявили регулярные ослабления ее видимого блеска на 1,3%, случающиеся с периодом 38 часов. Они были зарегистрированы с использованием как одного, так и всех восьми телескопов системы MEarth и дополнительно подтверждены с помощью аппаратуры 48-дюймового телескопа той же обсерватории. Такие затмения можно объяснить либо прохождением планеты-спутника, либо тем, что GJ 1214 является компонентом затменной двойной звезды. Поскольку анализ архивных данных наблюдений GJ 1214 позволил с уверенностью отбросить вторую гипотезу, Шарбонно и члены его группы пришли к заключению, что им удалось надежно обнаружить ранее неизвестную планету. Для окончательной проверки они выполнили доплеровскую спектроскопию излучения GJ 1214 с помощью высокочувствительного спектрометра HARPS (High Accuracy Radial Velocity Planetary Search), установленного в 2004 году на 360-сантиметровом телескопе чилийской высокогорной обсерватории La Silla Paranal. Он обеспечивает промер скоростей с точностью до 1 м/сек и по этому показателю пока не имеет себе равных в мире. Колебания радиальной скорости звезды GJ 1214 оказались намного больше — около 12 м/сек. Эти измерения подтвердили наличие планеты и позволили установить ее массу. Стоит отметить, что именно Шарбонно в соавторстве с Тимоти Брауном 10 лет назад впервые применил для поиска экзопланет комбинацию фотометрии и доплеровской спектроскопии.



Соотношение масс и радиусов планет Солнечной системы и экзопланет. Планета GJ 1214b показана сплошным красным кружком; другие экзопланеты, открытые транзитным методом, — прозрачными кружками; планеты Солнечной системы — ромбами. Пока известны всего две экзопланеты, у которых масса и радиус меньше, чем у ледяных гигантов Солнечной системы Урана и Нептуна, — GJ 1214b и CoRoT-7b. При близости их масс они имеют, по-видимому, совершенно разный состав. Линиями на графике показаны ожидаемые соотношения массы и радиуса для планет, состоящих: а) из газа (смесь водорода и гелия, сплошная линия), б) из воды (пунктир), в) из 75% воды, 22% кремния и 3% железа (предполагаемый состав GJ 1214b, линия из точек) и г) из 67,5% кремния и 32,5% железа (планеты земного типа, пунктир с точками). GJ 1214b лежит выше пунктирной и точечной линий — значит, если она действительно состоит в основном из воды, у нее должна быть атмосфера. Рис. из обсуждаемой статьи David Charbonneau et al.

Новооткрытая планета в соответствии с традицией названа GJ 1214b. Во многих отношениях ее следует считать довольно-таки рядовой супер-Землей. Ее орбита вытянута не слишком сильно (эксцентриситет менее 0,27), а величина большой полуоси составляет всего 2,1 миллиона километров, что и объясняет очень короткий период обращения, лишь немного превышающий 1,5 земных суток. Масса (6,55 земной) и радиус (2,68 земного) по отдельности тоже никак не впечатляют, однако их сочетание уже представляет немалый интерес. Нетрудно подсчитать, что средняя плотность планетарного вещества равна 1,87 г/см<sup>3</sup>. Отсюда следует, что она примерно втрое уступает плотности земной материи и менее чем в два раза превышает плотность воды. Это и позволяет предположить, что GJ 1214b буквально насыщена водой, которая составляет порядка половины ее массы.

Дальнейшее пока неясно. Известный охотник за внесолнечными планетами Джеффри Марси (Geoffrey Marcy) полагает, что GJ 1214b имеет железо-никелевое ядро и силикатную мантию, над которыми лежит жидкий водный океан глубиной в сотни километров. Температура его поверхности пока точно не известна (ее оценка зависит от альbedo планеты, которое еще предстоит выяснить), однако не исключено, что она не превышает 190°C. Зону над океанской поверхностью вполне можно сравнить с паровой баней. Правда, существуют и другие модели, которые либо вообще не предполагают наличия воды на GJ 1214b, либо утверждают, что она не может находиться в жидком состоянии. В любом случае, не приходится сомневаться, что список экзопланет пополнился весьма любопытным экземпляром.

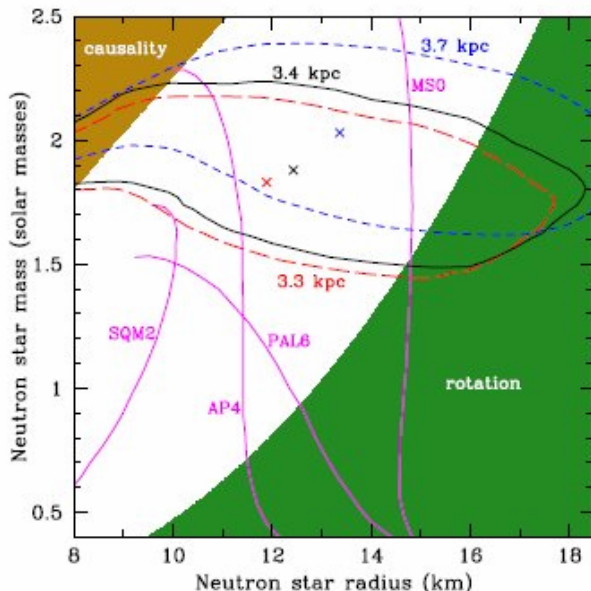
#### Источники:

1) David Charbonneau et al. A super-Earth transiting a nearby low-mass star // Nature. V. 462. P. 891–894. 17 December 2009. Doi:10.1038/nature08679.

2) Geoffrey Marcy. Extrasolar planets: Water world larger than Earth // Nature. V. 462. P. 853–854, 17 December 2009. Doi:10.1038/462853a.

Алексей Левин, <http://elementy.ru/news/431224>

## Нейтронная звезда в углеродной дымке



Изображение из статьи Хо и Хейнке [Ho, Heinke] <http://arxiv.org/abs/0911.0672>

Среди молодых нейтронных звезд есть небольшая группа т.н. центральных компактных источников в остатках сверхновых. Их меньше десятка. Это очень юные объекты с возрастными менее нескольких десятков тысяч лет. Кассиопея А - самый молодой. Вспышка наблюдалась всего лишь в 1680 году.

Нейтронные звезды, относящиеся к этому классу, выделяются следующей особенностью. Мы видим от них

тепловой рентген (нейтронные звезды рождаются горячими, а потом потихоньку остывают), но не видим ни радиопульсарной активности, ни каких-то бы то ни было других проявлений. Т.е., эти нейтронные звезды не похожи ни на радиопульсары, ни на магнитары. По всей видимости, они имеют слабые магнитные поля - в несколько сотен раз меньшие, чем у обычных радиопульсаров.

Тот факт, что известно всего лишь около восьми таких объектов не должен вводить нас в заблуждение. Источники молодые, и оценки темпа их рождения говорят о том, что они могут быть столь же типичны, как обычные радиопульсары или источники типа Великолепной Семерки, и более типичны, чем магнитары.

С источников в Кассиопее А связана одна загадка. Если по данным о расстоянии, рентгеновском потоке, и по спектральным данным мы попробуем определить размер излучающей области, то он получается небольшим - что-то вроде нескольких километров. При том, что размер нейтронной звезды - около 10 км. В этом еще нет проблемы: на поверхности может быть горячее пятно, и есть несколько способов это объяснить. Но если есть пятно, то мы должны видеть пульсации излучения. А в случае Кассиопеи А их нет.

Для описания спектров остывающих нейтронных звезд очень важно учитывать свойства их атмосфер. Это слой толщиной всего лишь в несколько сантиметров, но он сильно влияет на параметры выходящего излучения. Для Кассиопеи А пробовали разные варианты состава атмосфер, но только сейчас, похоже, удалось все удовлетворительно описать. Авторы рассмотрели углеродную атмосферу в слабом магнитном поле. При таких предположениях их удалось описать все, что нужно. Причем радиус нейтронной звезды оказывается равным 8-18 км, т.е. вполне соответствует ожидаемому для этих объектов. Нет нужды в горячем пятне для объяснения отсутствия пульсаций.

На рисунке показана диаграмма масса-радиус для нейтронных звезд. Нарисованы кривые, соответствующие нескольким уравнениям состояния вещества в недрах компактных объектов. Вверху показаны три возможные области параметров для источника в остатке Кассиопеи А. Они соответствуют трем значениям расстояния до источника.

Хорошо, но почему это представляется важным результатом? Потому, что углеродная атмосфера - это необычно. Ранее считалось, что атмосфера или железная (кора нейтронной звезды в основном состоит из железа), или водородно-гелиевая (этих элементов много вокруг, и они могли нападать на нейтронную звезду), или же использовалась модель т.н. "кремниевое пепла" (такое вещество должно в основном выпадать на поверхность нейтронной звезды после взрыва сверхновой). Пекулярный состав атмосферы источника в Кассиопее А может быть ключом к объяснению свойств всех источников этого типа. Вот в чем дело! Пока ясности тут нет. Но зато есть хорошие данные, позволяющие строить модели.

Сергей Попов, <http://astronet.ru/>

## Анонс: Фестиваль астрономических искусств «АстроЛира»

В августе 2010 года на территории Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ будет проведен Фестиваль астрономических искусств «АстроЛира». Он проводится в целях:

- повышения общественного престижа астрономии путем популяризации музыкальных, литературных и художественных произведений астрономической тематики;
- демонстрации достижений профессиональных астрономов в самостоятельном творчестве;
- содействия творческому росту авторов и исполнителей, раскрытия новых творческих дарований.

Общее руководство подготовкой и проведением фестиваля осуществляет Оргкомитет, возглавляемый начальником КГО ГАИШ МГУ. Жюри фестиваля, формируемое Оргкомитетом, дает творческую оценку представленных произведений и уровня исполнительского мастерства участников.

К участию в фестивале «АстроЛира» приглашаются:

- профессиональные астрономы, являющиеся авторами и (или) исполнителями произведений различных видов искусств и тематик;
- иные авторы и (или) исполнители произведений астрономической тематики.



Помимо участников фестиваля Оргкомитет имеет право пригласить других лиц, которые будут иметь статус гостей фестиваля.

Творческое общение и состязание будет сосредоточено на следующих орбитах:

- Музыкальная: основная форма гала-концерт.
- Литературная: участники выступают в концерте либо представляют свои произведения в печатной форме.
- Художественная: произведения участников (рисунок, живопись, фотография, макраме и др.) демонстрируются на выставке.

На литературной и художественной орбитах возможно заочное участие.

Всем участникам фестиваля, представившим интересные работы (номера) и продемонстрировавшим достойный уровень исполнительского мастерства, жюри адресует персональное Похвальное слово. Лауреаты фестиваля награждаются дипломами и призами.

Работа и итоги фестиваля «АстроЛира» будут освещаться в средствах массовой информации.

### Организационные моменты



Кавказская горная обсерватория ГАИШ МГУ располагается на плато Шатджатмаз, Карачаево-Черкесская Республика. Высота над уровнем моря 2030 м, расстояние от г. Кисловодска – 30 км. В 1,5 часах пешего хода находится знаменитая Долина Нарзанов, в 40 км – гора Эльбрус.

Проезд до г. Кисловодска, проживание и питание оплачивают участники фестиваля. Оргкомитет обеспечивает доставку участников к месту проведения фестиваля, техническую поддержку выступлений и демонстраций.

Заявки на участие в фестивале присылать по адресу: [kgo@list.ru](mailto:kgo@list.ru).



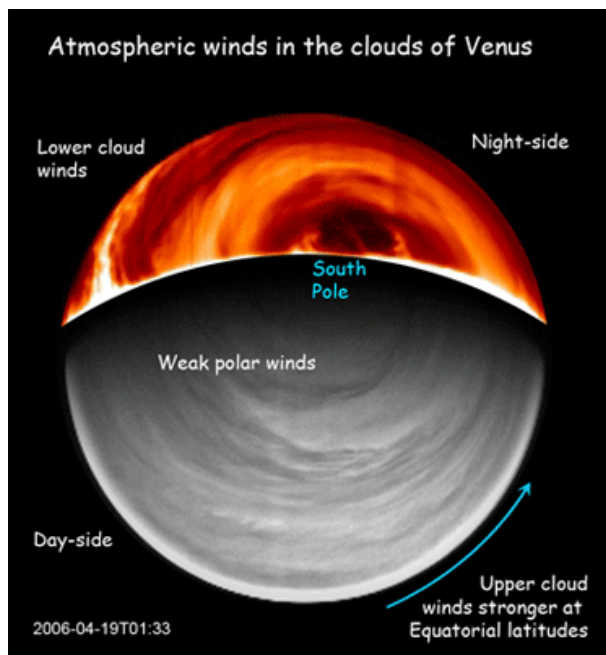
Справки и дружеские советы – по этому же адресу и по тел. +7 (919) 742-1545.

Точная дата проведения фестиваля будет определена позднее, с учетом пожеланий участников.

**П.В. Кортунов, начальник КГО ГАИШ МГУ**

<http://astronet.ru/db/msg/1237856>

## NASA выбрало трех финалистов "Новых горизонтов"



Американское космическое агентство NASA выбрало три проекта для своей будущей звездной миссии, пишет BBC News. Эти проекты ставят своей целью забор проб атмосферы и грунта Венеры, посадку на астероид и последующее возвращение с образцами его грунта, а также полет на южный полюс Луны – тоже за грунтом. Предложения являются частью программы "Новые рубежи", цель которой – осуществлять частые и недорогие космические миссии. NASA субсидировало более детальный анализ этих проектов с тем, чтобы к середине 2011 года был выбран финалист. Стоимость проекта-победителя не должна превышать 650 миллионов долларов, а сам запуск планируется на конец 2018 года. Это обязательные условия программы "Новые рубежи", разработанной специально для краткосрочных и недорогих научных миссий. Первый проект подразумевает запуск Поверхностного и атмосферного геохимического зонда (ПАГЗ), который должен собрать информацию о химическом составе атмосферы и почвы Венеры. Второй проект под кодовым названием "Озирис-Рекс" включает облет астероида с последующей посадкой на него и сбором



образцов грунта, после чего зонд должен вернуться на Землю. Третий проект включает посадку зонда вблизи южного полюса Луны и сбор пород в этом регионе. Каждой команде для детализации своих предложений на будущий год выделено по 3,3 миллиона долларов. "Эти проекты вдохновляют и возбуждают молодых ученых, инженеров и общественность, - заявил один из руководителей Директората научных программ NASA Эд Уайлдер. - Из восьми проектов, предложенных NASA в этом году, эти три представляют наибольшую научную ценность".

Первый проект, получивший название "Новые горизонты", был запущен в 2006 году. К 2015 году зонд с этим названием должен приблизиться к Плутону. Второй, названный "Юнона", будет запущен в августе 2011 года. Это миссия по отправке межпланетной автоматической станции на полярную орбиту Юпитера.

Текст и изображение <http://grani.ru/Society/Science/m.172844.html>

## К Марсу отправятся живые существа

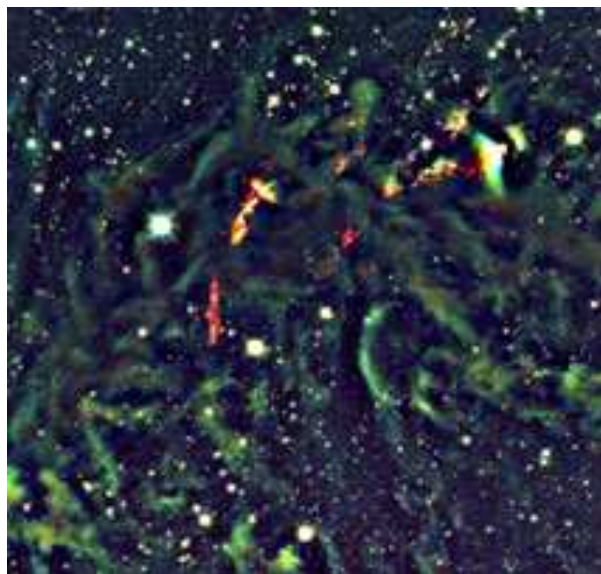


Первыми "землянами", которые посетят спутник Марса на борту российской межпланетной станции "Фобос-Грунт", станут микроскопические ракообразные, бактерии, грибы и даже личинка комара, сообщила РИА "Новости" доктор наук Наталья Новикова из Института медико-биологических проблем РАН (ИМБП). ИМБП и ряд других российских институтов проводят эксперимент "Био-Фобос", в его рамках к спутнику Марса будут отправлены живые организмы, которые весь путь проведут в условиях открытого космоса, что, в частности, позволит проверить гипотезу панспермии - переноса жизни через космическое пространство. "На борту аппарата будет более 60 биологических объектов. Это цианобактерии (сине-зеленые водоросли), грибы и бактерии. Животные полетят - различные ракообразные, в частности, артемии, дафнии, другие рачки. Есть и насекомые - личинка комара полетит, растения - редис, ячмень", - сказала Новикова. Она напомнила, что первоначально старт "Фобос-Грунта" планировался на осень 2009 года, однако из-за необходимости дополнительных проверок и испытаний запуск был перенесен на ноябрь 2011 года. По словам Новиковой, к моменту запланированного запуска в минувшем октябре были уже оформлены все документы, более того, биологические объекты находились в аппарате. Теперь контейнер с ними будет извлечен, однако задержка позволит ученым усложнить эксперимент. Новикова рассказала, что ученые планируют параллельно с полетом живых организмов к Фобосу провести эксперимент с тем же набором живых существ на околоземной орбите - на борту МКС, используя опыт и аппаратуру эксперимента "Биориск". Таким образом, у ученых будет контрольная группа, что позволит сопоставить влияние условий межпланетного пространства и околоземного. Полет к Фобосу станет рекордным по длительности нахождением живых организмов в условиях открытого космоса - он будет длиться 33-34 месяца. Условия в межпланетном пространстве жестче, чем в околоземном, которое защищено от многих видов космических лучей магнитным полем планеты. Но микроорганизмы могут это выдерживать

- ведь их находят даже в водных контурах атомных реакторов. "Мы во второй серии эксперимента "Биориск", который заканчивается, уже проверили, что выживает, а что не выживает. Например, семена томата не выжили, а семена редиса, ячменя, риса - выжили. А икра рыб не выжила. Другие живые организмы, например артемии, они мало того, что выжили, они сохранили способность к размножению", - сказала Новикова. Она подчеркнула, что "путешественники", вернувшиеся с Фобоса, будут исследоваться в условиях жесткого карантина, предусмотренного международными нормами Комитета по космическим исследованиям (COSPAR) для всех объектов, побывавших на других планетах.

Текст и изображение <http://grani.ru/Society/Science/m.173100.html>

## Орбитальный телескоп WISE получил "первый свет"



Орбитальный инфракрасный телескоп WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer), запущенный в космос 14 декабря 2009 года, сделал первый снимок звездного неба, сообщает РИА "Новости" со ссылкой на Лабораторию реактивного движения NASA. Снимок, представленный на встрече Американского астрономического общества в Вашингтоне, покрывает область в созвездии Киля, по площади равную примерно трем дискам полной Луны. На снимке видно около 3 тысяч звезд. Специалисты NASA выбрали именно эту область для "пробы сил", потому что в ней нет очень ярких объектов, свет которых мог бы повредить детекторы аппарата. Зонд WISE предназначен для непрерывного сканирования небесной сферы в поисках миллионов объектов, невидимых в оптическом диапазоне, но хорошо различимых в инфракрасных лучах. В частности, это темные астероиды, далекие галактики, "несостоявшиеся" звезды - так называемые "коричневые карлики". С помощью WISE ученые будут выбирать самые интересные объекты для более детального исследования с помощью других инструментов, таких, как орбитальные телескопы "Хаббл" и "Спитцер". Первый обзор всего неба WISE закончит за шесть месяцев, а затем по второму "кругу" просканирует еще раз одну полусферу. Как ожидается, миссия завершится в октябре 2010 года, когда испарится жидкий водород, который нужен, чтобы охладить инфракрасные детекторы до температуры, близкой к абсолютному нулю - до 8 кельвинов (минус 265 градусов по Цельсию). Полный каталог снимков всей небесной сферы будет составлен в марте 2012 года.

Текст и изображение <http://grani.ru/Society/Science/m.172981.html>

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



100-метровый радиотелескоп в Грин-Бэнк Изображение с <http://astronet.ru/db/msg/1175184>

Проблема внеземных цивилизаций (ВЦ) – это проблема изучения жизни и разума во Вселенной. Часть этой широкой проблемы составляет поиск внеземных цивилизаций, внеземного разума, по-английски, Search for Extra-Terrestrial Intelligence, или сокращенно SETI. Практически в настоящее время для поиска используется лишь один канал связи – с помощью электромагнитных волн. Он включает в себя поиск радиосигналов, а также сигналов в инфракрасном, оптическом и рентгеновском диапазонах.

### Начало SETI. Проект OZMA

В 1959 г. ученые-физики, работавшие в то время в Корнелльском университете (США), Джузеппе Коккони и Филип Моррисон проанализировали возможности радиосвязи с обитателями планетных систем ближайших звезд и показали, что если они посылают в сторону Солнечной системы радиосигналы, используя близкую к нашей технике связи, то мы при наших средствах способны обнаружить их сигналы [1]. Это стимулировало начало работ по поиску сигналов ВЦ.

Оставался еще один важный вопрос – на какой частоте в радиодиапазоне искать предполагаемый сигнал ВЦ? Коккони и Моррисон высказали предположение, что такой частотой должна быть частота спектральной радиолинии водорода 1420 МГц (длина волны 21 см). По их мнению, радиолиния водорода – это созданный самой природой

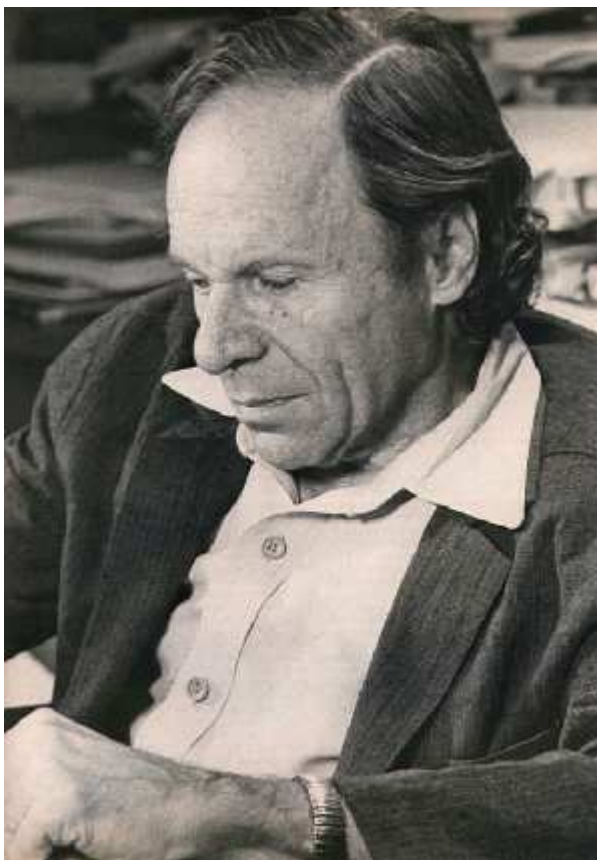
уникальный эталон частоты. Поэтому все цивилизации, не сговариваясь, выберут её для установления связи. Кроме того, водород – это самый распространённый элемент во Вселенной. Исследования на волне 21 см дают очень ценные сведения о строении Галактики, о распределении межзвёздного газа в ней. Отсюда следует, что любая цивилизация, занимающаяся изучением Космоса, даже если она не помышляет о межзвёздной связи, рано или поздно, обнаружив радиолинию водорода, несомненно, начнет вести наблюдения на частоте этой линии. Значит, если в этом диапазоне передавать сигналы межзвёздной связи, они могут быть обнаружены в процессе обычных радиоастрономических наблюдений.

В то время как Коккони и Моррисон пытались привлечь внимание английских коллег к этой проблеме и убедить их начать поиск сигналов, в США, в Национальной радиоастрономической обсерватории (НРАО), уже велась подготовка к приёму радиосигналов от внеземных цивилизаций на волне 21 см. Проект получил название OZMA по имени принцессы из книги американского писателя Лаймана Фрэнка Баума «Удивительный Волшебник из Страны Оз» (в нашей стране более известно переиздание книги А. Волковым под названием «Волшебник Изумрудного города»). В НРАО и были проведены первые эксперименты по поиску сигналов ВЦ. К весне 1960 г. группа под руководством молодого радиоастронома Фрэнка Дрейка закончила изготовление приёмника на волну 21 см. Приёмник был установлен на радиотелескопе диаметром 26 м (по тому времени довольно крупном). Для поиска сигналов были выбраны две звезды солнечного типа:  $\tau$  Кита и  $\epsilon$  Эридана, расположенные на расстоянии около 11 световых лет от

Солнца. Первые наблюдения были проведены в апреле 1960 г.



Джузеппе Коккони (1914–2008), физик итальянского происхождения, работал в США, затем был директором Центра ядерных исследований в Женеве



Филип Моррисон (1915–2005), американский физик, участвовал в Манхэттенском проекте создания ядерной бомбы, после атомной бомбардировки Хиросимы стал активным борцом за ядерное разоружение

Во время выполнения проекта OZMA произошел один драматический эпизод, о котором стоит упомянуть. В один

из дней, когда звезда т Кита появилась над горизонтом, самописцы зарегистрировали мощный периодический сигнал, он отчетливо был слышен и через громкоговоритель. Наблюдатели были настолько ошеломлены, что не догадались отвести антенну от звезды. Вскоре сигнал прекратился. Но когда на следующий день он появился вновь, все уже были готовы: антенну отвели от звезды, а сигнал продолжал звучать. Значит, он никак не был связан со звездой – это земная помеха.



26-метровый радиотелескоп НРАО США

Впоследствии был установлен источник сигнала – новый армейский радиолокатор. Эксперимент по проекту OZMA продолжался около трёх месяцев. Если бы в течение этого времени с одной из звёзд, в тот момент, когда на неё был направлен радиотелескоп, был послан сигнал в сторону Солнечной системы на частоте 1420,4 МГц с полосой не более 100 Гц и эффективной мощностью 1013 Вт (что соответствует передатчику мощностью 1 МВт, работающему на антенну диаметром 200 м), то такой сигнал был бы обнаружен. Но этого не произошло. Радиотелескоп был нужен для выполнения других программ, и эксперимент по проекту OZMA пришлось приостановить.

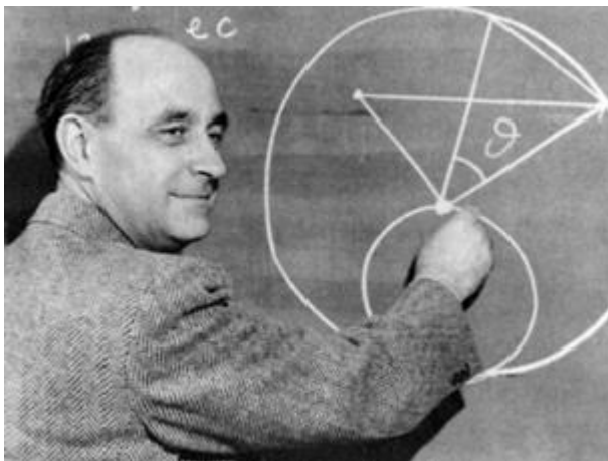


Фрэнк Дрейк (р. 1930), руководитель проекта OZMA

В начале 1961 г. Фрэнк Дрейк опубликовал ставшее потом знаменитым «уравнение Дрейка». Это формула для оценки вероятного числа цивилизаций в Галактике, с которыми можно было бы установить контакт. Формула выглядит так:

## $N = R^* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_c \cdot L$

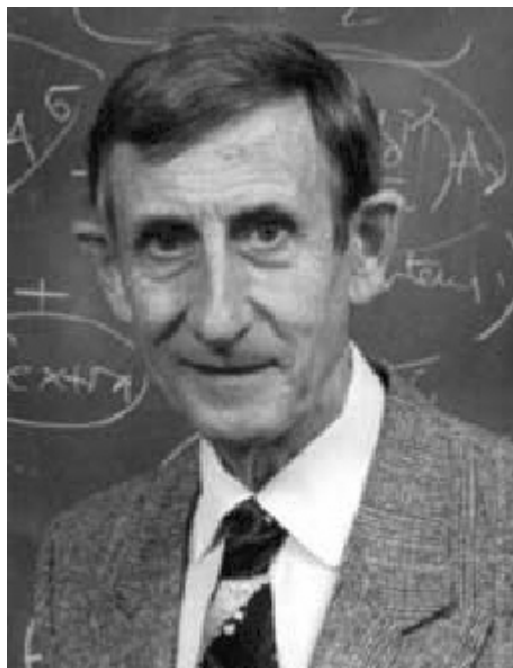
Здесь  $N$  — количество цивилизаций в нашей Галактике, чьи электромагнитные сигналы можно обнаружить;  $R^*$  — количество рождающихся в Галактике за 1 год звёзд, возле которых может возникнуть разумная жизнь;  $f_p$  — доля звёзд с планетными системами;  $n_e$  — число планет в планетной системе, на которых могут наличествовать подходящие для зарождения жизни условия;  $f_l$  — доля планет, подходящих для жизни, на которых она действительно возникла;  $f_i$  — доля обитаемых планет, на которых зарождается разумная жизнь;  $f_c$  — доля цивилизаций, обладающих технологиями, позволяющими отправить в космос сигналы, различимые другими цивилизациями;  $L$  — временной промежуток, в котором цивилизация отправляет такой сигнал в космос. Формула Дрейка включает в себя величину  $R^*$  — скорость звездообразования, число возникших за 1 год в Галактике звёзд, около которых могут существовать пригодные для жизни планеты. Эта величина может быть определена астрофизическими методами. По современным оценкам,  $R^*$  порядка 1 звезды в год. Далее следует произведение чисел, которые характеризуют вероятности различных событий, связанных с возникновением и развитием жизни на планетах вплоть до стадии технологически развитой цивилизации — развитой настолько, что она способна установить контакт с другими цивилизациями. Наконец, величина  $L$  — время, которое цивилизация находится в этой развитой технологической стадии. В то время, когда Дрейк составил свое уравнение, все эти величины были совершенно неопределёнными. Большинство их остаётся таковыми по сей день. Причина этого в том, что нам пока известна лишь одна цивилизация в Галактике — наша собственная. Таким образом, нижний предел числа  $N$  — единица. Достаточно спекулятивные оценки разных авторов давали число  $N$  от нескольких единиц до нескольких миллионов. Впрочем, о достоверности таких данных было трудно судить. Даже не было ничего известно о существовании планет у других звёзд. Однако в последние годы сделаны замечательные открытия: обнаружены планетные системы почти у трех сотен звёзд. Среди них пока не найдено планет, полностью похожих на нашу Землю, но можно не сомневаться, что в ближайшее время такие планеты будут найдены. Это позволит снять неопределённость хотя в некоторых параметрах формулы Дрейка ( $f_p$ ,  $n_e$ ,  $f_l$ ). О других вероятностях в формуле Дрейка пока судить трудно. Это проблема не столько астрономии, сколько биологии, социологии, вообще науки о цивилизации в целом. Далее мы ещё вернёмся к формуле Дрейка и расскажем о некоторых новых оценках, сделанных на её основе.



Энрико Ферми (1901–1954)

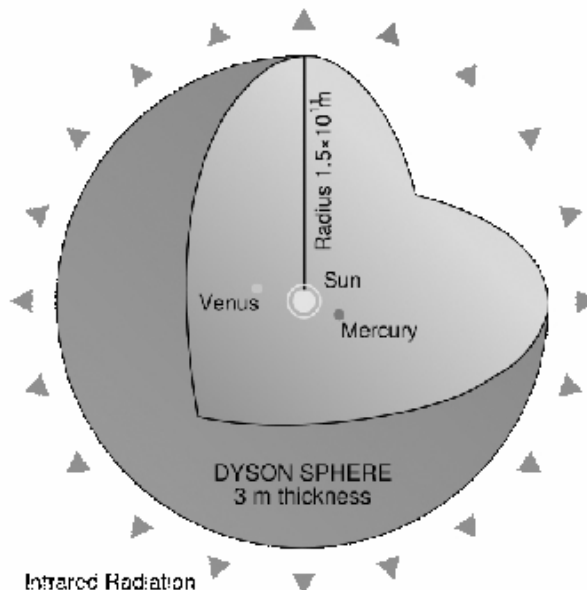
Любопытно отметить интерес, проявленный к проблеме ВЦ именно физиками-ядерщиками. За несколько лет до статьи Коккони и Моррисона [1] и первого SETI-эксперимента OZMA на эту проблему обратил внимание знаменитый Энрико Ферми. В частной беседе он как бы мимоходом сформулировал идею, получившую впоследствии название «парадокса Ферми»: если цивилизаций во Вселенной много, то где они все? Действительно, ответ на поставленный вопрос не так прост, как кажется. Существует множество причин, почему, несмотря на все усилия, так и не удалось обнаружить признаков разумной жизни на других планетах. Пессимистическая точка зрения состоит в том, что жизнь

вообще, в том числе разумная — крайне редкое явление, вплоть до того, что наша цивилизация — единственная в нашей Галактике и чуть ли не во всей Вселенной. Более мягкий вариант: других цивилизаций всё же много, но не все достигают достаточно развитой технологии, чтобы установить контакт с «братьями по разуму»; время жизни цивилизации в технологической стадии коротко; контакты с другими цивилизациями им вообще неинтересны или кажутся опасными, и т. д. Так или иначе, парадокс Ферми до сих пор остаётся нерешённым.



Фримен Дайсон (р.1923)

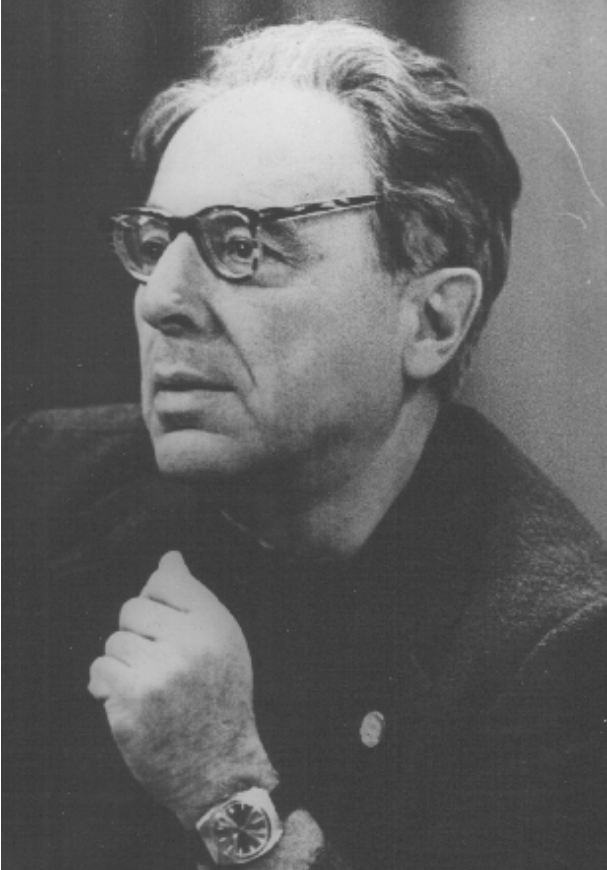
Свой вклад в тему SETI внёс и американский физик-теоретик Фримен Дайсон. Он предположил, что развитая цивилизация, которая потребляет большое количество энергии, может построить вокруг своей звезды огромную сферу («сферу Дайсона») радиусом порядка астрономической единицы (150 млн км), используя для этого материал всех планет своей системы. Такая сфера будет перехватывать всё излучение звезды, которое можно использовать для нужд цивилизации. Для внешнего наблюдателя сфера будет экранировать видимое излучение звезды. Однако сферу можно наблюдать как источник инфракрасного излучения, температура которого соответствует примерно 300 Кельвинам.



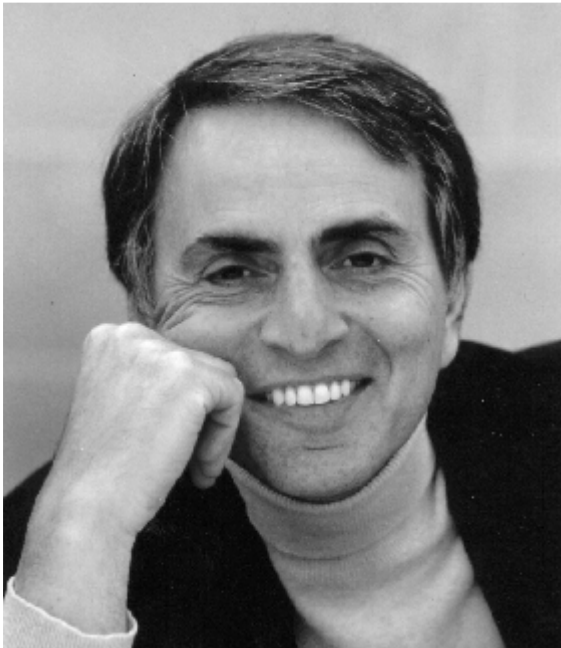
«Сфера Дайсона»

## Начало SETI в нашей стране

В начале 1960-х годов проблемой поиска внеземных цивилизаций заинтересовались советские учёные. Первым, кто обратил на нее внимание, был выдающийся астрофизик Иосиф Самуилович Шкловский. В 1960 г. он опубликовал в журнале «Природа» статью «Возможна ли связь с разумными существами других планет?» [2], а в 1962 г. вышла его книга «Вселенная, жизнь, разум» [3]. Она сыграла очень большую роль в развитии исследований по поиску внеземного разума, как у нас в стране, так и за рубежом. В расширенном варианте эта книга в соавторстве с известным американским астрономом Карлом Саганом вышла на английском языке под названием «Разумная жизнь во Вселенной» [4].



Основоположник исследований в области SETI в нашей стране член-корреспондент АН СССР И.С.Шкловский (1916–1985)



Последнее, 7-е издание книги «Вселенная, жизнь, разум» было опубликовано в 2006 г., 21 год спустя после смерти И.С. Шкловского, но книга и сейчас сохраняет своё значение. Шкловский всегда живо обсуждал научные проблемы со своими учениками и коллегами. Он умел увлекать идеями и заражать энтузиазмом. Ближайший ученик Шкловского Николай Семёнович Кардашёв увлёкся проблемой связи с внеземными цивилизациями и выдвинул очень важные идеи в этой области.



Академик РАН Н.С.Кардашев

Впоследствии он стал академиком и одним из признанных мировых лидеров в проблеме ВЦ. Свои идеи Кардашёв изложил в статье «Передача информации внеземными цивилизациями» [5]. Кардашёв считал, что при поиске внеземных цивилизаций надо ориентироваться не на цивилизации нашего уровня, а на высокоразвитые цивилизации, технический уровень которых намного превосходит уровень нашей земной цивилизации. Кардашёв разделил все цивилизации на три типа. К первому он отнёс цивилизации с уровнем энергопотребления порядка  $10^{13}$  Вт, что близко к уровню нашей цивилизации; ко II типу он отнёс цивилизации с уровнем энергопотребления порядка  $10^{26}$  Вт, то есть порядка мощности, излучаемой звёздами типа Солнца (вспомним «сферу Дайсона»); и, наконец, к III типу он отнёс цивилизации с уровнем энергопотребления  $10^{37}$  Вт, равным суммарному излучению всех звёзд Галактики. Расчёты показали, что цивилизации II и III типов, обладая такой гигантской мощностью, могут вести всенаправленную передачу сигналов (то есть сразу по всем направлениям в пространстве) в очень широкой полосе частот (что значительно облегчает их поиск), и при этом сигналы могут быть обнаружены с помощью нашей современной техники на очень больших расстояниях – для цивилизаций II типа всюду в пределах Галактики, или даже в соседних галактиках, а для цивилизаций III типа – всюду в пределах наблюдаемой области Вселенной. Конечно, надо было определить оптимальный диапазон связи и решить множество других вопросов, но, в целом, перспективы казались хорошими. В мае 1964 г. в Бюраканской астрофизической обсерватории в Армении собрались астрономы, радиофизики, специалисты по космической связи и учёные других специальностей. Это было первое Всесоюзное совещание по проблеме поиска внеземных цивилизаций. Совещание пришло к выводу, что проблема контакта с внеземными цивилизациями является важной и актуальной научной проблемой, необходимо начинать работу в этом направлении [6]. Непосредственным продолжением широкого общения ученых разных стран,

прежде всего СССР и США можно считать многочисленные международные симпозиумы и конференции по проблеме внеземной жизни и внеземного разума, состоявшиеся с тех пор. В первую очередь это три советско-американских встречи, проведенные в 1971 г. в Бюракане [6], в 1981 г. в Таллине [7] и в 1991 г. в Санта Крус в Калифорнии [8], а также ряд мероприятий Международного астрономического союза (МАС). В 1982 г. была организована Комиссия МАС № 51 «Биоастрономия» для координации работ в области поиска жизни и разума во Вселенной. Недавнее совещание комиссии проходило в июле 2007 г. в Пуэрто Рико. С 2002 года издаётся «Международный журнал астробиологии» (International Journal of Astrobiology <http://journals.cambridge.org/action/displayJournal?jid=IJA>). В нём публикуются статьи, посвящённые вопросам поиска жизни во Вселенной, в том числе проблеме SETI.

### Первый эксперимент по поиску сигналов ВЦ в Советском Союзе

Сразу после Бюраканского всесоюзного совещания 1964 года две группы радиоастрономов – московская и нижегородская – приступили к разработке проектов поиска радиосигналов ВЦ. Первый эксперимент [9] был осуществлен в Нижнем Новгороде (тогда г. Горький) под руководством выдающегося советского радиопизика и радиоастронома Всеволода Сергеевича Троицкого (1913–1996). Использовался сравнительно скромный радиотелескоп диаметром 15 м.



Член-корресподнент РАН В.С.Троицкий (1913–1996).

Наблюдения велись в диапазоне 30 см. В.С. Троицкому удалось сплотить группу энтузиастов, которые под его руководством создали совершенный спектроанализатор, позволявший анализировать спектр в полосе 2 МГц с разрешающей способностью 13 Гц. Наблюдались 11 близких к Солнцу звезд, в том числе восемь звезд солнечного типа ( $\tau$  Кита,  $\epsilon$  Эридана, 47 Большой Медведицы,  $\pi$ 1 Большой Медведицы,  $\beta$  Гончих Псов,  $\beta$  Волос Вероники,  $\psi$ 5 Возничего,  $\iota$  Персея), один жёлтый субгигант ( $\eta$  Волопаса), один жёлтый гигант ( $\eta$  Геркулеса) и один красный карлик (GJ380 в созвездии Большой Медведицы). Кроме перечисленных звезд, в эксперименте Троицкого наблюдалась и галактика М 31 (Туманность Андромеды), одна из ближайшая к нам галактик, насчитывающая сотни миллиардов звезд.



15-метровый радиотелескоп в Зименках, на котором был осуществлен первый в СССР эксперимент SETI.

Если бы на планете одной из них радиоастрономы направили свой передатчик на Солнце, мы, возможно, смогли бы зафиксировать их сигнал. Но этого не произошло. Время наблюдения каждой звезды и галактики М 31 в эксперименте Троицкого было слишком мало. Это была первая проба, планировалось в дальнейшем продолжить исследования, но осуществить эти планы не удалось.

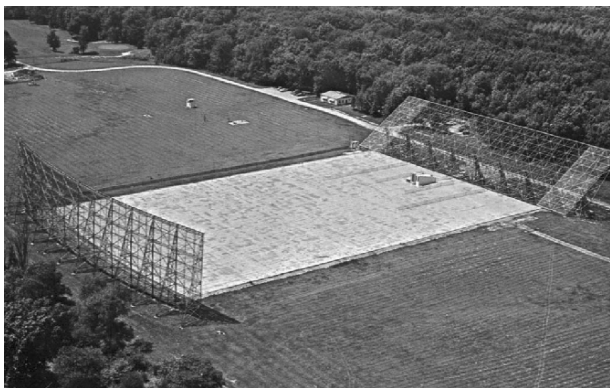
В 1965 г. группа радиоастрономов ГАИШ под руководством Н.С. Кардашёва проводила наблюдения внегалактических радиоисточников на антенне дальней космической связи в Евпатории. Один из источников, СТА 102, показал переменность радиоизлучения с характерным временем порядка 100 суток. Тогда это было истолковано как проявление искусственности источника, что наделало много шума в прессе. Однако вскоре выяснилось, что СТА 102 – природный радиоисточник, удалённый квазар. Тем не менее, это был первый внегалактический радиоисточник, у которого была обнаружена переменность, что дало начало целому направлению исследований.

После пионерских работ Дрейка и Троицкого были проведены десятки экспериментов по поиску сигналов в радио- и оптическом диапазонах. Первоначально поиск осуществлялся только в СССР и США. Затем эксперименты были проведены в Канаде, Австралии, Франции, Германии, Нидерландах, Японии, Аргентине. Прошли многочисленные конференции по проблеме SETI. Постепенно она стала превращаться в признанное и авторитетное научное направление. Тогда же возник и сам термин SETI. Исторически первым был предложен термин CETI (Communication with Extraterrestrial Intelligence – то есть связь с внеземными цивилизациями), его предложил проф. Рудольф Пешек (Чехословакия) в 1965 г., и продержался он примерно до середины 1970-х годов, когда постепенно стал вытесняться термином SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence – поиск внеземных цивилизаций, внеземного разума). Основанием для такой замены послужило осознание того обстоятельства, что, прежде чем говорить об установлении связи с ВЦ, необходимо их обнаружить. Нет возможности перечислить все эксперименты по поиску сигналов ВЦ. В большинстве своём эти проекты ориентированы на поиск узкополосных радиосигналов – «позывных» ВЦ либо импульсных сигналов, несущих некоторую информацию. Расскажем о некоторых из них.

### Огайский обзор

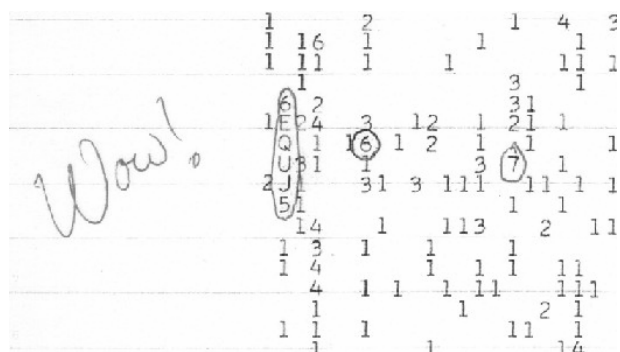
Начиная с 1973 года на радиоастрономической обсерватории Огайского университета США проводился полный обзор всего неба на частоте радиолнии водорода 21 см. Использовался радиотелескоп системы Крауса. Он имел два отражателя: неподвижный параболический рефлектор, направленный в плоскости меридиана на юг, и подвижной плоский отражатель, наклон которого мог изменяться, что дает возможность наблюдать радиоисточники, кульминирующие на разной высоте над горизонтом, то есть имеющие различные склонения. Площадь радиотелескопа 110 x 20 кв. м., что эквивалентно параболюиду диаметром около 50 м. Благодаря суточному вращению небесной сферы через неподвижную диаграмму

направленности радиотелескопа в течение суток проходили все радиоисточники с заданным склонением. Затем наклон плоского отражателя изменялся, и в следующие сутки наблюдались радиоисточники с новым значением склонения. Так постепенно производился просмотр (обзор) всего неба.



Двухзеркальный радиотелескоп Big Ear («Большое Ухо») системы Крауса Университета штата Огайо (США), на котором проводился один из самых крупных проектов поиска сигналов ВЦ на волне 21 см.

Телескоп обладал «ножевой» диаграммой, (вытянутой в вертикальном направлении), что позволяет более быстро провести обзор неба. При этом размер диаграммы был таков, что если взять все звезды спектральных классов F, G, K в радиусе 1000 световых лет от Солнца, то в любой момент времени какие-то три из них должны были находиться в поле зрения радиотелескопа. Обзор неба по программе SETI начался в декабре 1973 г. Вначале использовался 8-канальный приемник, вскоре число каналов было доведено до 50, при этом полоса каждого канала составляла 10 кГц. В начале 1990-х годов число каналов было доведено до 3000 и планировалось подключить к приемнику спектроанализатор SERENDIP (об этой системе будет сказано ниже) с 4 миллионами каналов, что позволяет перекрыть всю область частот от 1,4 до 1,7 ГГц. К сожалению, этот уникальный инструмент больше не существует. Из-за финансовых трудностей Университету Огайо пришлось продать земельный участок, где был расположен телескоп. В начале 1998 г. телескоп был демонтирован. На его месте устроено поле для гольфа и построен коттеджный поселок. За время проведения SETI-обзора на Огайской обсерватории был обнаружен ряд интересных объектов, в том числе холодные межзвездные водородные облака, излучающие на волне 21 см спектральную линию в очень узкой полосе частот.



Оригинальная запись сигнала «Wow!».

Зарегистрировано несколько подозрительных источников, которые, к сожалению, наблюдались лишь однажды и больше не повторялись, но по своим характеристикам мало походили на земные помехи. Особенно впечатляющий сигнал был зарегистрирован 15 августа 1977 г. Он получил название «Wow!» или «Ого-го!». Приблизительно так можно перевести на русский язык возглас, который взволнованный оператор записал на ленте самописца около этого сигнала. Очень мощный сигнал, намного превышающий уровень шума, наблюдался только в нескольких спектральных каналах. Характеристики его указывали на явно внеземное происхождение. Источник сигнала был расположен в

созвездии Стрельца, вблизи плоскости эклиптики, а также недалеко от направления на центр Галактики. Экваториальные координаты источника на эпоху 1950 г.  $\alpha = 19^h22^m29^s$ ,  $\delta = -27^\circ03'$  – созвездие Стрельца, вблизи направления на Центр Галактики, а также вблизи плоскости эклиптики. Сигнал наблюдался очень короткое время, а затем исчез и больше не появлялся. На системе апертурного синтеза VLA в штате Нью Мексико впоследствии были построены подробные радиокарты этого участка неба [10]. Найден ряд радиоисточников, но все они – природные, широкополосные излучатели, большинство – радиогалактики и квазары. Отождествить сигнал «Wow!» так и не удалось.

### Поиск импульсных сигналов с неизвестного направления

В 1970-х годах в СССР были предприняты поиски импульсных сигналов с ненаправленными (или можно сказать иначе – с всенаправленными) антеннами. Подобные антенны принимают сигналы сразу со всего неба, и это позволяет избежать поиска по направлению. Ведь мы не знаем, откуда должен прийти сигнал, и, значит, не знаем, куда направлять антенну. А всенаправленную антенну куда наводить не надо: она принимает излучение со всего неба. Конечно, применяя такие всенаправленные (или ненаправленные) антенны, мы сильно проигрываем в мощности сигнала. Поэтому таким путем можно зарегистрировать только очень мощные сигналы. Эксперимент был рассчитан на прием мощных импульсных сигналов, играющих роль позывных. Такие сигналы может передавать или очень развитая в техническом отношении цивилизация, или цивилизация, расположенная очень близко от нас. При работе с ненаправленными антеннами возникает одна серьезная трудность. В нее попадают любые сигналы, в том числе земные помехи. Как отличить помехи от сигнала, приходящего из космоса? Один из методов состоит в том, чтобы проводить наблюдения одновременно в нескольких пунктах. Местная земная помеха будет наблюдаться только в одном из них, а сигнал космического происхождения – сразу во всех пунктах (или в нескольких из них). Отбирая такие сигналы (а они будут достаточно редки), мы можем попытаться найти среди них позывные ВЦ.

Поиски импульсных сигналов проводили две группы радиоастрономов: горьковская группа (из НИРФИ) под руководством В.С. Троицкого и московская группа (ИКИ и ГАИШ) под руководством Н.С. Кардашова. Горьковская группа вела наблюдения на Дальнем Востоке (г. Уссурийск), в Горьковской области (Зименки, Васильсурск, Пустынь), в Мурманской области (Тулума), в Крыму (Карадаг), а также на борту научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» в экваториальных водах Атлантики. Московская группа вела наблюдения на Кавказе (долина реки Маруха, недалеко от Специальной астрофизической обсерватории Академии наук), на Памире и Камчатке. Один из приемников был установлен также на борту межпланетной автоматической станции (АМС) «Марс-7».

Наблюдения проводились в течение нескольких лет. Были зафиксированы многочисленные случаи сигналов с искусственных спутников Земли, но сигналы ВЦ не были обнаружены. Правда, горьковским радиоастрономам в определенной степени повезло: в процессе этих наблюдений они открыли неизвестное ранее спорадическое (то есть нерегулярное) радиоизлучение, которое генерируется в ионосфере и магнитосфере Земли. Это пример побочного результата, который может быть получен при поисках сигналов ВЦ.

### Некоторые зарубежные проекты

Из большого числа проектов, выполненных в других странах, упомянем лишь несколько, в той или иной степени отличительных. В 1975-1976 годах Карл Саган и Фрэнк Дрейк предприняли поиск цивилизаций II типа в Местной группе галактик. Об особенностях и преимуществах поиска сигналов из других галактик мы уже говорили. Этим, вслед за В.С. Троицким, и решили воспользоваться американские радиоастрономы. Они проводили наблюдения на крупнейшем в мире 300-метровом радиотелескопе в

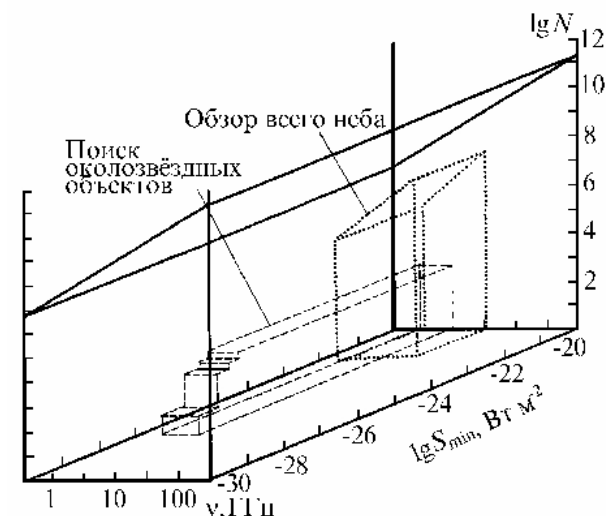
Аресибо. Поиск шел на частотах радиолиний водорода 21 см и молекулы гидроксила ОН 18 см. Общая полоса анализа составляла 3 МГц и разрешающая способность 1 кГц. Были исследованы четыре галактики, на их наблюдение израсходовано около 100 часов наблюдательного времени, что намного больше, чем в эксперименте Троицкого.



300-метровый радиотелескоп Обсерватории Аресибо (остров Пуэрто-Рико).

В 1978 г. Поль Горовиц исследовал 185 звезд солнечного типа на волне 21 см. Поиск велся в очень узкой полосе  $\pm 500$  Гц, центрированной на частоту лабораторного стандарта, неподвижного относительно центра Солнца. Предполагалось, что цивилизация-отправитель специально посылает сигналы в сторону Солнечной системы и корректирует их частоту к частоте гелиоцентрического стандарта. В этой работе было достигнуто рекордное спектральное разрешение 0,015 Гц (!) и рекордная чувствительность  $10^{-28}$  Вт/м<sup>2</sup>. В том же году Н. Коэн в обсерватории Аресибо выполнил поиск сигналов от 25 шаровых звездных скоплений. Шаровые скопления насчитывают сотни тысяч звезд. Их угловые размеры невелики, поэтому поиск сигналов от шаровых скоплений в какой-то мере напоминает поиск сигналов от других галактик. В связи с большим интересом среди ученых к проблеме SETI в ноябре 1984 г. в Беркли (Калифорния, США) был основан Институт SETI. В числе его руководителей - известные основоположники SETI Фрэнк Дрейк и Джилл Тартер. Две главные темы работы Института: поиск ВЦ и жизнь во Вселенной. В настоящее время Институт ведет проект поиска ВЦ «Феникс» (сайт Института: <http://www.seti.org>).

### Космический стог сена



«Космический стог сена». Показаны только три измерения:  $\nu$  – частота,  $S_{\min}$  – минимальный обнаружимый поток излучения,  $N$  – число исследованных направлений на небе.

К началу 1980-х годов во всем мире было проведено около 40 экспериментов по поиску сигналов ВЦ в радио- и

оптическом диапазонах. Много это или мало? Как оценить, какую долю работы выполнили ученые за эти годы? В свое время пионер SETI, руководитель проекта OZMA Фрэнк Дрейк сравнил поиск сигнала ВЦ с поиском иголки в «Космическом стоге сена». Под «стогом» при этом понимают некоторый объем в гиперпространстве, имеющем девять измерений: три пространственных координаты, время, два направления поляризации, частота сигнала, модуляция, мощность сигнала. На рисунке выше показано сечение «Космического стога сена», в котором оставлены лишь три измерения: частота, чувствительность приемной аппаратуры и  $N$  – число направлений на небе, в которых надо производить поиск. Частотный диапазон взят от 300 МГц до 300 ГГц – почти весь доступный для наблюдений с поверхности Земли. Величина  $N$  зависит от выбранной стратегии поиска. Если поиск направленный и производится обследование, например, всех известных нам звезд солнечного типа,  $N$  может быть от  $10^5$  и выше. Для ненаправленного поиска (обзор всего неба) значение  $N$  определяется площадью участка неба, охватываемого диаграммой направленности радиотелескопа при одном наблюдении. С одной стороны, желательно вести наблюдения с большими антеннами, это позволяет обнаружить более слабые сигналы. Но большие антенны имеют очень высокую направленность, узкую диаграмму. Поэтому, чтобы охватить значительную часть неба, нужно сильно увеличить  $N$ , что удлинит время обзора. Обзоры с малыми антеннами дают возможность провести поиск быстрее,  $N$  меньше, так как за одно наведение телескопа охватывается более обширная площадь неба, но чувствительность такого поиска ниже. Наконец, о чувствительности. Величина  $10^{-20}$  Вт м<sup>-2</sup>, отложенная на графике – рядовое значение для современных радиоастрономических наблюдений. Рекордные величины – около  $10^{-23}$  Вт м<sup>-2</sup>, но для обнаружения передатчика, например, такого, как планетный радиолокатор Аресибо (мощность  $10^{13}$  Вт) в пределах Галактики, потребуется чувствительность  $10^{-30}$  Вт м<sup>-2</sup>, намного выше современной. Все обзоры SETI, выполненные на начальном этапе исследований, до 1980 г., охватывали лишь около  $10^{-17}$  объема, показанного на рисунке. Наблюдения последних лет заметно улучшили положение, но всё равно охваченная доля «стога» не превышает  $10^{-10}$ . Таким образом, не стоит отчаиваться по поводу (пока) отрицательных результатов поиска, так как остается еще широчайшее поле для деятельности. Прежде всего, нужно стремиться к улучшению чувствительности. Однако при наземных наблюдениях это ставится с каждым годом труднее, так как уровень помех всё время возрастает. Задача также состоит в том, чтобы выделить в «стоге» области, наиболее перспективные с точки зрения стратегии поиска. Это обеспечивается в том числе тщательным отбором целей для направленного поиска. В последнее время много внимания уделялось оптимизации стратегии SETI. В направленный поиск обычно включают звезды, удовлетворяющие таким требованиям:

- стационарные, то есть не меняющие свой блеск;
- звезды спектральных классов FGK (близких к солнечному), принадлежащие к главной последовательности, иначе, звезды с массой порядка солнечной, находящиеся на длительном и относительно спокойном этапе своей эволюции; однако в последнее время возрос интерес и к звездам главной последовательности класса M – красным карликам в связи с обнаружением у некоторых из них планетных систем; красные карлики – очень медленно эволюционирующие звезды, живущие десятки миллиардов лет – время, достаточное для развития жизни, в том числе разумной; напомним, что в списке звезд первого обзора В.С. Троицкого был один красный карлик;
- одиночные, так как в системе двойной или кратной звезды очень маловероятно существование стабильных орбит для планет, а, возможно, и планетная система вряд ли образуется (с этой точки зрения т Кита, включенная в проект OZMA, была не лучшим кандидатом на успех, потому что эта звезда двойная или даже тройная). Проведенная работа по отбору звезд согласно перечисленным критериям дает списки, содержащие тысячи объектов. Это позволяет произвести достаточно обоснованный отбор направлений на небе, предпочтительных для целенаправленного SETI.



## Последнее десятилетие XX века и первые годы XXI века

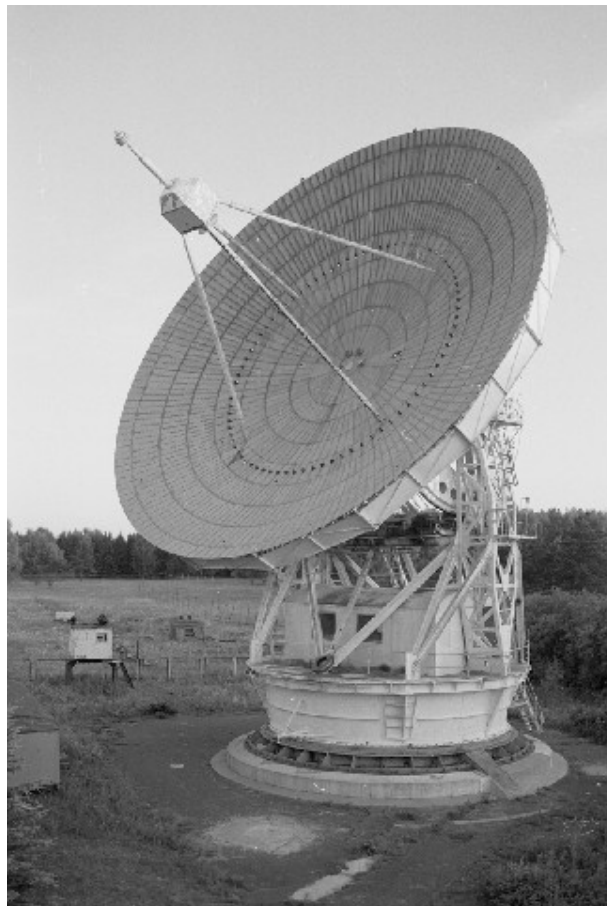
В числе других проектов, с 1995 г. на 26-метровом радиотелескопе в Гарварде (США) проводился проект ВЕТА (руководитель – Поль Горовиц). Проект включал обзор всего северного неба на волнах от 18 до 21 см с приемником в 80 млн. спектральных каналов. Этот проект под названием МЕТА II распространен также на южное небо: наблюдения ведутся на 34-метровой антенне в Аргентине вблизи Буэнос-Айреса. С 1990 г. крупнейшая программа SETI планировалась Космической администрацией США NASA. Программа предусматривала поиск сигналов с высоким разрешением по частоте (HRMS – High-Resolution Microwave Search), в том числе обзор всего неба в диапазоне частот 1-10 ГГц и целевой поиск в направлении 1000 ближайших звезд в диапазоне 1–3 ГГц с более высокой чувствительностью и с лучшим разрешением по частоте. Использовался ряд крупнейших радиотелескопов мира, в том числе телескоп в Аресибо и 64-метровая антенна в Австралии – для наблюдений звезд южного неба, недоступных из северного полушария Земли. Однако в 1993 г. Конгресс США прекратил финансирование HRMS. После этого Институту SETI пришлось прибегнуть к средствам частных спонсоров. Работа по обзору ближайших звезд была продолжена на частные пожертвования в рамках проекта Phoenix («Феникс»). Наблюдения продолжают в диапазоне 1,2–1,75 ГГц на 300-метровом телескопе в Аресибо и одновременно на 76-метровом радиотелескопе Обсерватории Джодрелл Бенк (Великобритания). Используется многоканальный приемник (28 млн. каналов с полосой частот 1 Гц каждый). Ежегодно наблюдения занимают около трех недель, за это время удается охватить около 200 звезд. На радиотелескопах США, Италии и Австралии реализуется проект SERENDIP (Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations – Поиск внеземных радиоизлучений от близких развитых разумных популяций). В последнее время на 300-м антенне в Аресибо проводились наблюдения по программе SERENDIP IV на волне 21 см в сопутствующем режиме: при этом на телескопе идут параллельно наблюдения по другим астрофизическим программам. Круглосуточно проводился поиск узкополосных сигналов от всего неба с приемником из 168 млн. каналов. Объем получаемой информации столь велик, что руководители проекта обратились за помощью к мировому сообществу любителей SETI с предложением обрабатывать получаемые данные на персональных компьютерах (проект [SETI@home](mailto:SETI@home), см. далее).



Радиотелескоп РАТАН-600.

В октябре 2004 г. много шума наделало сообщение о «сигнале SHGb02+14a», который был трижды принят на волне 21 см телескопом в Аресибо из области неба на границе созвездий Рыб и Овна и обладал всеми признаками внеземного сигнала. Однако, как и в случае Огайского сигнала “Wow!”, «сигнал SHGb02+14a» так и не удалось с тех пор зафиксировать повторно. Вероятно, это была случайная помеха. В России SETI-наблюдения проводились на радиотелескопе РАТАН-600 Л.Н. Филипповой совместно с сотрудниками Специальной астрофизической обсерватории (САО) Академии наук. Выполнялся обзор ближайших звезд солнечного типа, в том числе имеющих планетные системы, одновременно на нескольких длинах волн (от 13 до 1,38 см). Наблюдения звезд солнечного типа

с планетными системами проводились Г.М. Рудницким на 22-метровом радиотелескопе в Пуцино (волна 1,35 см, спектральная линия молекулы воды H<sub>2</sub>O) и на радиотелескопе обсерватории Нансэ, Франция (волна 18 см, спектральные линии молекулы гидроксидила OH).



Радиотелескоп РТ-22, Пуцино.

Результаты неизменно были отрицательными, сигналы не были обнаружены. Интересно наблюдение слабого радиоизлучения на частоте 1665 МГц (частота спектральной линии молекулы гидроксидила OH, волна 18 см) в направлении звезды солнечного типа 37 Близнецов, полученное в ходе эксперимента по межконтинентальной радиоинтерферометрии ряда космических радиоисточников при участии российских ученых [11]. Этот результат также пока не подтвержден независимыми наблюдениями на других инструментах и нуждается в проверке. В Таблице 1 перечислены проекты SETI в радиодиапазоне, ныне выполняемые и планируемые в ближайшем будущем.

## Проекты SETI в оптическом диапазоне

Идея поиска сигналов ВЦ в оптическом диапазоне зародилась в 1961 г., когда американские физики Чарльз Таунс (Нобелевский лауреат, создатель квантовых генераторов света – лазеров) и Роберт Шварц предложили использовать лазеры для межзвездной связи. Оптический диапазон имеет ряд преимуществ перед радиоволнами. При помощи мощного лазера и оптического зеркала диаметром в несколько метров можно достичь высокой концентрации энергии в заданном направлении (например, на какую-либо выбранную близкую звезду солнечного типа). Дальность связи еще более возрастет, если посылать сигнал в виде коротких импульсов, так как мощность во время импульса длиной в миллиардные доли секунды может в миллиард раз превышать среднюю мощность излучения. У наиболее мощных современных лазеров во время импульса мгновенная мощность достигает 1015 Вт. Световые импульсы такой мощности могут быть обнаружены современными средствами наблюдательной астрономии от объектов на расстоянии до 20–30 световых лет. Кроме того, лазерный луч, посылаемый в виде коротких импульсов, способен нести гораздо больше информации, чем радиоволна. Длительное время работа по поиску ВЦ велась в основном в радиодиапазоне. Однако в последнее

десятилетие интерес к оптическому SETI (OSETI) оживился. Осуществлен ряд проектов по поиску непрерывных и прерывистых (импульсных) оптических сигналов от ряда звезд солнечного типа и галактик (см. Таблицу 2).

В числе проектов OSETI – наблюдения, выполненные советскими астрофизиками В.Ф. Шварцманом и Г.М. Бескиным на телескопах Специальной астрофизической обсерватории Академии наук в Нижнем Архызе (Карачаево-Черкессия, Северный Кавказ), в том числе на 6-метровом телескопе БТА, одном из крупнейших в мире. Выполнен ряд поисков сигналов OSETI от ближайших звезд на ряде крупнейших телескопов, в том числе на 10-метровом телескопе Обсерватории Кек на Гавайских островах. С 1990 г. в Колумбусе (Огайо, США) действует на постоянной основе специальная обсерватория COSETI (Columbus Optical SETI Observatory), основная задача которой - поиск сигналов ВЦ в оптическом диапазоне. Для наблюдений используется небольшой оптический телескоп диаметром всего 25 см. Однако создатель и директор обсерватории Стюарт Кингсли уверен в конечном успехе OSETI и считает, что в ближайшие годы основные усилия по поиску ВЦ переместятся именно в оптический диапазон. OSETI имеет хорошие перспективы. В Гарварде (США) вступает в строй еще одна оптическая обсерватория, специально предназначенная для OSETI. На ней постоянно будет работать телескоп диаметром 1,8 м. В развитии OSETI могут принять участие и астрономы-любители, имеющие собственные небольшие телескопы. Согласованная работа в направлении одних и тех же звезд многих телескопов, расположенных на разных континентах, резко повышает вероятность обнаружения оптических импульсов искусственного происхождения.

### «Любительский SETI»

В конце XX века неожиданно широкое развитие получило любительское направление SETI, как в свое время в радиотехнике. Поскольку поиск сигналов ВЦ требует очень высокой чувствительности, наиболее серьезные проекты проводились (и проводятся) профессиональными радиоастрономами. Однако уже в 1983 г. американский инженер Р. Грей с несколькими сотрудниками построил у себя в саду под Чикаго «Малую SETI-обсерваторию», оснащенную 4-метровым радиотелескопом и приемником на волну 21 см. Приемник имел 256 спектральных каналов, обеспечивая разрешение 40 Гц. Несмотря на скромную антенну, была достигнута чувствительность того же порядка, как и в проекте OZMA. Наблюдения проводились ежедневно в вечерние часы. Значительное время было уделено области неба, где наблюдался знаменитый сигнал «Wow!».

В нашей стране любительский (учебный) проект выполнялся с конца 1980-х годов под руководством Л.Н. Филипповой во Всероссийском детском центре «Орлёнок» на берегу Черного моря, вблизи Туапсе.

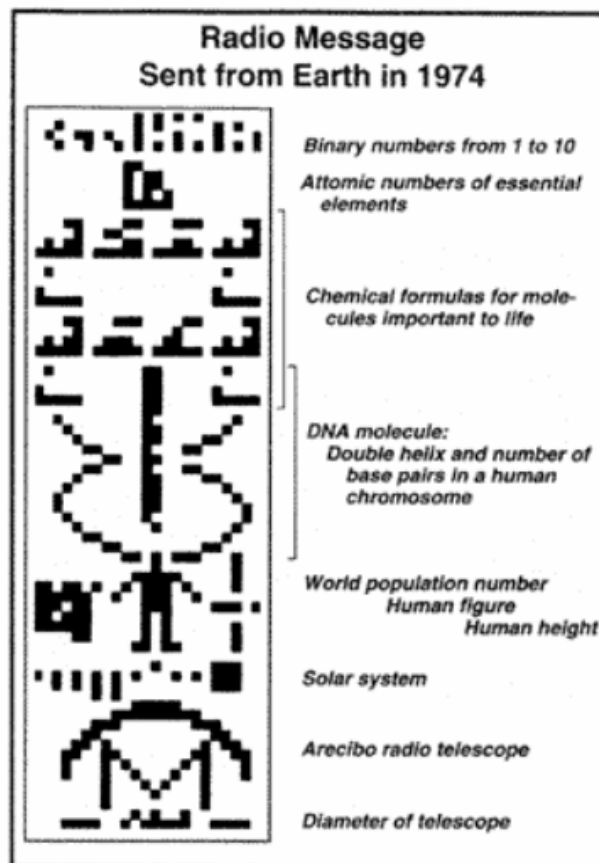


Участники проекта «Аэлита» (Всероссийский детский центр «Орлёнок»).

Проект получил название «Аэлита» в честь героини одноимённого романа Алексея Толстого. Использовалась 3-метровая антенна от солнечного радиотелескопа, переданная «Орлёнку» Специальной астрофизической обсерваторией, и приёмная аппаратура, разработанная специалистами Института радиифизики и электроники

Академии наук Армении. В связи с широким интересом к проблеме SETI, в США в 1994 г. была основана Лига SETI (SETI League) как всемирная организация, объединяющая любителей астрономии, радиолюбителей, профессиональных радиоастрономов, специалистов по цифровой обработке сигналов с целью систематического научного изучения и поиска внеземной жизни. Основной экспериментальный проект Лиги – «Аргус». Он рассчитан на поиск сигналов с помощью небольших 5-метровых антенн, объединённых в единую сеть. Лига SETI имеет свой сайт в Интернете (<http://www.setileague.org/>), где представлена разнообразная и весьма богатая информация о ее деятельности и проблеме SETI. Еще один интересный проект, в котором могут принять участие любители, носит название SETI@HOME (SETI дома). Проект состоит в обработке данных, получаемых в программе SERENDIP IV на радиотелескопе в Аресибо, при помощи персональных компьютеров во всем мире. Для участия в проекте нужно только получить и установить на своём компьютере программу BOINC. Программа находится на сайте Университета Калифорнии в Беркли <http://boinc.berkeley.edu/>. Если компьютер подключен к Интернету и в течение какого-то времени не используется для работы, программа запускается, скачивает с сайта Аресибо блок наблюдательных данных программы SERENDIP и начинает их обработку с целью поиска узкополосных сигналов с параметрами, подходящими для позывных внеземных цивилизаций. После окончания обработки результат (в большинстве случаев – «сигнал не обнаружен») отсылается на обсерваторию и загружается следующий блок информации. За всё время работы SETI@HOME было найдено считанное число реальных внеземных сигналов (около 150), в большинстве – сигналы от космических аппаратов, запущенных с Земли. В проекте SETI@HOME участвуют миллионы персональных компьютеров во всем мире. Полное компьютерное время, затраченное на обработку данных, уже составило несколько миллионов лет. Любой обладатель компьютера, подключенного к Интернету, может стать участником проекта и, если повезет, оказаться в числе первооткрывателей ВЦ.

### Послания внеземным цивилизациям



Послание Аресибо к шаровому звездному скоплению M13

Помимо поиска сигналов ВЦ, землянами были предприняты попытки дать знать о себе «братьям по разуму». Сама идея восходит к XIX веку. Так, немецкий математик Карл Фридрих Гаусс предложил вырубить в сибирской тайге участок леса в форме фигуры, иллюстрирующей теорему Пифагора, и засеять его пшеницей. По контрасту с окружающей тайгой такой участок должен быть хорошо заметен с соседних планет. Увидев знакомую фигуру теоремы Пифагора, инопланетные астрономы должны понять, что на Земле живут разумные существа. Австрийский астроном Йозеф фон Литтров предложил с той же целью вырыть в пустыне Сахара каналы в форме правильных геометрических фигур, налить в них керосин и поджигать по ночам.

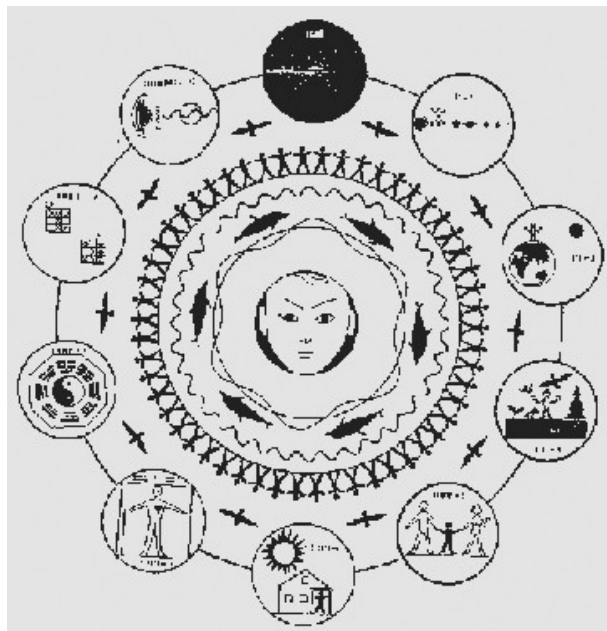
В наше время инопланетным цивилизациям были посланы радиосигналы. Так, 16 ноября 1974 года с передатчика радиотелескопа Аресибо было отправлено кодированное послание к шаровому звёздному скоплению M13 в созвездии Геркулеса. Это скопление содержит десятки тысяч звёзд, и все они попадают в площадь, охваченную излучением радиотелескопа. Правда, расстояние до M13 – 25000 световых лет. Поэтому, даже если сигнал там и будет кем-либо принят, на скорый ответ надеяться не приходится.



Радиотелескоп RT-70 Центра дальней космической связи, Евпатория, Крым.

В последние годы несколько посланий было отправлено с помощью 70-метровой антенны Центра дальней космической связи в Евпатории (Крым). Рабочая волна передатчика 6 см, излучаемая мощность 150 кВт. Важная инициатива в реализации евпаторийских проектов принадлежит сотруднику Института радиотехники и электроники Российской академии наук А.Л. Зайцеву. В числе отправленных были послания, в подготовке которых приняли участие дети: Cosmic Call («Космический зов») 1999 (к четырём звёздам); 1-е Детское послание 2001 (6 звёзд); Cosmic Call 2003 (5 звёзд); Послание с Земли (A Message From Earth, AMFE) 2008 (к звезде Gliese 581, красный карлик, система из четырёх планет).

Расстояния до всех звёзд, охваченных посланиями, составляют десятки световых лет, так что в любом случае ответа придётся ждать долго – не столько, сколько от M13, но всё же...



Первое детское послание ВЦ 2001 года.

4 февраля 2008 года Космическая администрация США NASA передала в космос при помощи одной из своих связанных антенн песню группы Битлз «Across the Universe» («Сквозь Вселенную»). Сигнал был послан в направлении Полярной звезды, расстояние до которой 431 световой год. Акция носила чисто рекламный характер. В августе 2009 г. все желающие могли отправить сообщение размером не более 160 знаков к звезде Gliese 581 – красному карлику на расстоянии 20 световых лет от Солнца. У Gliese 581 найдено четыре планеты, по своим характеристикам близких к планетам земной группы. Сообщения собирались на австралийском сайте [www.hellofromearth.net](http://www.hellofromearth.net), проходили отбор и 28 августа были отправлены на частоте 7.145 ГГц при помощи 70-метровой антенны дальней космической связи вблизи столицы Австралии Канберры.

По аналогии с термином SETI для обозначения этого вида деятельности появилось сокращение METI (Messaging to Extraterrestrial Intelligence – Послания внеземному разуму). В связи с этим часто задают вопрос: не опасно ли METI? Нужно ли землянам обнаруживать себя? Ведь мы ничего не знаем о ВЦ. Не агрессивны ли «братья по разуму»? А вдруг примут нашу передачу, запеленгуют, прилетят и нас поработят, а то и уничтожат? Появилось даже словечко «METI-фобия» – боязнь передач, предназначенных для ВЦ.

Дошло до того, что Конгресс США законодательно запретил передачу таких сигналов. Правда, запрет легко обходится использованием антенн в других странах, где такие меры пока не приняты (например, с той же евпаторийской антенны). К тому же Земля и так давно «засвечена» в радиодиапазоне, по крайней мере, в радиусе сотни световых лет, с тех пор, как было изобретено радио. И в последние годы в связи с вводом в действие мощных передатчиков, таких, как установки для радиолокации планет задача обнаружения земной цивилизации существенно упрощается. Любой планетный радиолокатор может быть легко обнаружен при наблюдениях в радиусе многих световых лет, гораздо легче, чем кратковременные METI-послания, переданные с относительно небольшой мощностью в небольшом числе избранных направлений.

Если уж следовать логике «METI-фобов», лучше вообще отказаться от радиосвязи, телевидения, радиолокации, выключить все передатчики и затаиться – может, не обнаружат? Впрочем, на проверку оказывается, что «METI-фобов» не очень-то заботят судьбы Земли, гораздо больше их интересует собственный пиар. Так же было в случае с истерикой по поводу эксперимента Deep Impact – бомбардировки ядра кометы Темпла медной болванкой («не трожьте комету!»). Можно привести и другие примеры. На самом деле в среде астрофизиков и специалистов тревоги по поводу возможных «METI-рисков» нет.

## Перспективы на будущее

В последнее время новые возможности для SETI открываются в связи с обнаружением у многих звёзд планетных систем. Начиная с 1995 года, планеты найдены более чем у трёхсот звёзд (<http://exoplanet.eu/catalog.php>). Далеко не все они пригодны для жизни земного типа. В основном это гигантские планеты с массами порядка массы Юпитера или больше. Многие из них обращаются вокруг своих звёзд на очень малых расстояниях и сильно нагреваются звёздным излучением до температур около тысячи Кельвинов и даже выше. Поэтому их называют «горячие Юпитеры».

Такие массивные планеты с короткими периодами обращения проще обнаружить современными наблюдательными средствами. Можно не сомневаться, что при совершенствовании техники наблюдений удастся обнаружить у других звёзд планеты земного типа. О поисках внесолнечных планет (иначе «экзопланет») подробно говорится в лекции В.Г. Сурдина на этой конференции. В связи с новыми данными по внесолнечным планетным системам некоторые исследователи вновь обращаются к оценкам вероятного числа ВЦ в Галактике, используя статистику экзопланет. Так, Реджинальд Смит в своей статье «Передаём, но не принимаем...» [12] использует формулу Дрейка для оценки минимальной «плотности» технически развитых цивилизаций в Галактике, необходимой для установления контакта, в том числе двухстороннего. Учитываются такие факторы, как энергетические возможности цивилизации, определяющие возможную мощность передачи, так и вероятное время жизни цивилизации в «коммуникативной фазе».

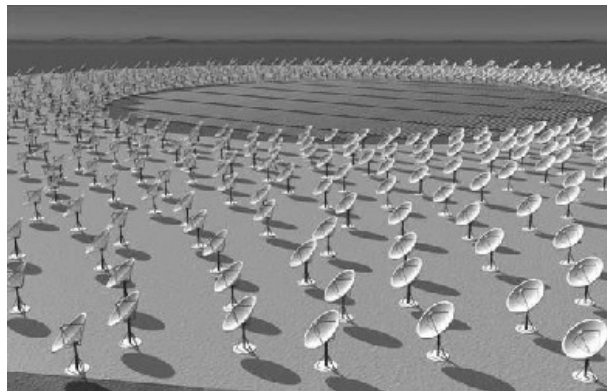
Дункан Форган в работе «Численная модель для гипотезы веземных жизни и разума» [13], также на основе формулы Дрейка, оценивает число цивилизаций в разных предположениях о возможности возникновения жизни и её развития до разумной стадии, а также статистики найденных планет (при этом предполагается, что у массивных планет гигантов, не пригодных для жизни, могут быть крупные спутники земного типа, на которых жизнь есть): 1) панспермия, то есть массовый перенос однажды возникшей жизни между планетами ( $37965 \pm 20$  цивилизаций в Галактике), 2) «редкая жизнь», то есть вероятность возникновения жизни на каждой планете мала; но, однажды возникнув, жизнь с высокой вероятностью разовьётся в разумную ( $361 \pm 2$  цивилизации), 3) «гипотеза зайца и черепахи» – учитывается социологический фактор: слишком быстро развивающиеся цивилизации более склонны к самоуничтожению ( $31574 \pm 20$  цивилизаций). Возможно, не стоит слишком всерьёз воспринимать столь высокую точность приведённых оценок. Тем не менее, интересны попытки переосмыслить формулу Дрейка на современном астрономическом материале.



Антенны системы Allen Telescope Array.

В плане будущих поисков перспективным является диапазон миллиметровых волн, в том числе волны длиной порядка 1.5 миллиметров. В этой области лежит максимум спектра реликтового радиоизлучения с температурой 2.73 К, а также частота линии позитрония – короткоживущего атома, состоящего из электрона и его античастицы

позитрона. Таким образом, диапазон волн около 1.5 мм представляется выделенным с точки зрения выбора частоты поиска. К преимуществам этого диапазона относятся также высокая направленность антенн, позволяющая реализовать большую дальность межзвёздной связи при той же мощности передатчика, а также низкий уровень земных помех в миллиметровом диапазоне.



Один из проектов системы Square Kilometer Array.

В ближайшие годы работы по SETI в радиодиапазоне будут существенно расширены в рамках проекта Телескопа Аллена – Allen Telescope Array (ATA). Система ATA строится в Калифорнии, в Обсерватории Хэт Крик. Система будет состоять из 350 антенн диаметром 6 метров каждая, что резко повысит чувствительность обзора и повысит его эффективность в сотни раз. Рабочий диапазон длин волн ATA от 3 до 30 см. Первые 42 антенны вступили в строй в 2007 г. ATA – первый инструмент, построенный специально для целей SETI.

Большие надежды в поиске SETI возлагаются на будущую радиоастрономическую систему «одного квадратного километра» – Square Kilometer Array (SKA). Система будет состоять из нескольких тысяч относительно небольших антенн размером в несколько метров и общей площадью 1 квадратный километр. Планируется построить SKA в одной из стран южного полушария Земли – вероятнее всего, в Австралии или ЮАР. SKA намного превзойдет по чувствительности все действующие радиотелескопы и даст новый импульс развитию радиоастрономической науки в целом, включая SETI в радиодиапазоне. С дальнейшим развитием космической оптической астрономии могут быть осуществлены и оптические SETI-наблюдения с космических телескопов.

Стоит упомянуть проекты Космического агентства США NASA. В их числе космический аппарат Kepler, запущенный 6 марта 2009 г. Kepler снабжен 95-см телескопом и высокоточным фотометром. Предполагается в течение трех лет выполнить обзор 100 тысяч звезд в области созвездий Лиры и Лебедь с целью поиска планет земного типа по ослаблению блеска звезд, вызванным прохождением планет по дискам звезд. Следующая планируемая миссия NASA – TPF (Terrestrial Planet Finder – поиск планет земного типа). Запуск этого аппарата будет осуществлен после 2010 г. TPF будет иметь четыре зеркала по 3,5 метра каждое и будет нацелен на прямое наблюдение планет у ближайших звезд. Естественно связать с наблюдениями миссий Kepler и TPF поиск импульсных световых сигналов ВЦ.

Наконец, кратко перечислим ещё некоторые будущие возможности проектов SETI, не ограничивающиеся радио или оптическим диапазоном электромагнитных волн:

- поиск ВЦ в рентгеновском и гамма-диапазоне;
- связь с ВЦ при помощи гравитационных волн;
- связь при помощи нейтрино;
- обмен информацией через топологические туннели (или «кротовые норы», «червоточины» – по-английски «wormholes»).

Кроме, может быть, первого пункта, пока это – в области научной фантастики. Гравитационные волны до сих пор не обнаружены, регистрация нейтрино связана с большими экспериментальными трудностями. Особо следует сказать о «кротовых норах» – туннелях в пространстве-времени, которые, согласно Общей теории относительности, могут

существовать вблизи чёрных дыр. «Кротовые норы» способны непосредственно связывать между собой далёкие друг от друга точки пространства или даже быть окнами в другие Вселенные. Как отмечалось, одна из главных проблем связи с ВЦ – очень длительное время распространения сигналов: обмен посланиями даже с ближайшими соседями по Галактике может занять десятки лет. А «кротовые норы» позволяют доставить сигнал из одного места в другое, даже очень отдалённое, почти мгновенно. Не исключено и их использование в будущем для быстрых межзвёздных перелётов. Высокоразвитые цивилизации, обладающие большими энергетическими ресурсами, в принципе могут создавать такие тоннели искусственно. Об удивительных свойствах «кротовых нор» и об их использовании для SETI пишет Н.С. Кардашёв в своей статье [14].

В кратком обзоре невозможно охватить все вопросы, связанные с проблемой поиска внеземных цивилизаций. Не опасен ли SETI (и, тем более, METI)? Если сигнал ВЦ всё же обнаружен, как его расшифровать и интерпретировать? Какое влияние это событие может оказать на ход истории земной цивилизации? Стоит ли отвечать на принятый сигнал, и если да, то как? Кто возьмёт на себя ответственность за это? И так далее...

В списке литературы приведены ссылки на основные работы по тематике SETI, упомянутые в тексте. Недавний обзор проблемы SETI дан в монографии Л.М. Гиндилиса [15], которая во многом развивает и продолжает на современном уровне содержание книги И.С. Шкловского [3]. Ряд статей и обширную библиографию можно найти в Интернете на сайте Russian SETI (<http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>).

## Литература

1. G. Cocconi and P. Morrison, Searching for Interstellar Communications, Nature, Vol. 184, No. 4690, pp. 844–846 (1959).
2. И.С. Шкловский, Возможна ли связь с разумными существами других планет? Природа. № 7, с. 21 (1960).
3. И.С. Шкловский, Вселенная, жизнь, разум. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
4. I.S. Shklovskii and C. Sagan, Intelligent Life in the Universe. San Francisco: Holden-Day, 1966.
5. Н.С. Кардашёв. Передача информации внеземными цивилизациями, Астрономический журнал. Т. 41, № 2, с. 282–287 (1964).
6. Внеземные цивилизации. Труды совещания. Бюракан, 20–23 мая 1964 г. Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1965.
7. Проблема SETI (Связь с внеземными цивилизациями). М.: Мир, 1975.
8. Third Decennial US–USSR Conference on SETI. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 1993.
9. В.С. Троицкий, А.М. Стародубцев, Л.И. Герштейн и В.Л. Рахлин. Опыт поиска монохроматического радиоизлучения от звезд в окрестностях Солнца на частоте 927 МГц. Астрономический журнал. Т. 48, № 3, с. 645–647 (1971).
10. R.H. Gray and K.V. Marvel, A VLA Search for the Ohio State “Wow”, Astrophysical Journal. Vol. 546, No. 2, pp. 1171–1177 (2001).
11. I. Molotov, A. Chuprikov, S. Likhachev, C. Salter, T. Ghosh, G. Ghigo, and S. Dougherty. First VLBI Observations with Arecibo in an International S2 Ad-hoc Array. In: Single-Dish Radio Astronomy: Techniques and Applications, ASP Conference Proceedings, Vol. 278. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2002, p. 507–510 (2002).
12. R.D. Smith. Broadcasting but not receiving: density dependence considerations for SETI signals. International Journal of Astrobiology. Vol. 8, No. 2, pp. 101–105 (2009).
13. D.H. Forgan. A numerical testbed for hypotheses of extraterrestrial life and intelligence. International Journal of Astrobiology. Vol. 8, No. 2, pp. 121–131 (2009).
14. Н.С. Кардашёв. Космология и проблемы SETI. Земля и Вселенная, № 4, с. 9–17 (2002).
15. Л. М. Гиндилис, SETI: Поиск Внеземного Разума. М.: Физматлит, 2004 (<http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/lmg%20seti%20poisk/index.htm>).

**Таблица 1. Проекты SETI, выполняемые в радиодиапазоне**

Название проекта	Страна	Телескоп	Диапазон частот	Число каналов	Полоса частот одного канала	Объекты
SERENDIP IV	США	Аресибо 305 м	1420 МГц	168 млн.	0.6 Гц	$\delta = +2^\circ \dots +35^\circ$
SERENDIP	Италия	Медичина 32 м		24 млн.	0.6 Гц	
SERENDIP	Австралия	Паркс 64 м	1200–1500 МГц	58.8 млн.	0.6 Гц	
BETA	США	Гарвард 26 м	1400–1720 МГц	2 млрд.	0.5 Гц	Вся доступная часть неба
META II	Аргентина	Буэнос-Айрес 34 м	1420 МГц	8,4 млн.	0,05 Гц	$\delta = -10^\circ \dots -90^\circ$
Phoenix	США	Аресибо 305 м	1420 МГц	28 млн.	1 Гц	1000 ближайших звезд
Argus (I)	США	Малые антенны				Вся доступная часть неба
Argus (II)	США	Алтай2k				Вся доступная часть неба
RATAN	Россия	RATAN-600 600 м	2300–22200 МГц			Вся доступная часть неба
ATA	США	Хэт Крик, Калифорния 350 x 6 м	500–11000 МГц			Вся доступная часть неба

**Таблица 2. Проекты оптического SETI**

Год начала*	Длина волны (нм)	Телескоп (м)	Объекты	Обсерватория
1973	280	1	3 звезды	Коперниковская (Польша)
1973	550	0.6	21 объект	САО (Северный Кавказ)
1978	550	6	93 объекта	САО (Северный Кавказ)
1986	10000	1.7	ближайшие звезды	Университет Беркли (Калифорния, США)
1990	550	0.254	Ближайшие звезды	COSETI (Огайо, США)
1995	550	6	несколько объектов	САО (Северный Кавказ)
1996	550	0.64	ближайшие звезды	Перт (Австралия)
1996	550	0.3	ближайшие звезды	(Чехия)
1999	550	0.76	Ближайшие звезды	Проект SEVENDIP, обсерватория Лоушнер (Калифорния, США)
1999	550	4 и 10	Ближайшие звезды	Ликская (Калифорния, США) и Кек (Гавайи, США)
1999	550	1.55	Ближайшие звезды	Гарвард-Смитсоновская (Массачусеттс, США)
1999	550	0.4 и 1.85	Ближайшие звезды	Сидней (Австралия)
2000	550	0.91	Ближайшие звезды	Принстон (Нью-Джерси, США)

Примечание: Жирным шрифтом выделены проекты, продолжающиеся в настоящее время.

**Г. М. Рудницкий**

<http://astronet.ru/db/author/11284>

**ГАИШ, Москва**

<http://www.sai.msu.su/>

Публикуется с любезного разрешения

<http://astronet.ru>

<http://astronet.ru/db/msg/1237747>

## Лунное затмение 31 декабря 2009 – некоторые вопросы

Под Новый 2010 год состоялось частное затмение Луны, с фазой правда всего 0,08. Погода в России везде, за редким исключением, стояла морозная и с дымкой – практически все наблюдатели видели Луну через пелену или облаков, или морозной дымки.

У нас в Нижнем Тагиле так же стоял мороз (-32°), дымка была очень плотная и лишь временами пореже. Поэтому, из-за мороза, отменилась вылазка в деревню, а дома затмение снималось только на старую видеокамеру – так, для себя, поскольку мало что там можно разглядеть, хотя в бинокль 10x50 затмение пронаблюдалось отчётливо.

первоначальная информация утеряна навсегда... При контрастировании усиливается яркость средних и слабых пикселей изображения, а вот градиция яркостей между ними исчезает. То же происходит практически при любых видах обработки изображений, в том числе в цифровых фото-видео камерах. Все так называемые «функции» фотоаппаратов ни что иное, как встроенные программы обработки изображений. И вообще-то, лучше ими не пользоваться, если это не бытовой снимок.

Перед вами фото, полученные Евгением из Пятигорска и выложенные им в инете в прямом эфире – тем они и

Лунное затмение 2009-12-31 19-25 UT (Евгений 16)

1

2

3

4

5

15

24 ( $\phi=0.12$ )

50 ( $\phi=0.22$ )

100 ( $\phi=0.40$ )

6

7

8

150 ( $\phi=0.76$ )

160 ( $\phi=0.80$ )

175 ( $\phi=0.96$ )

ценны! Начальное фото подвергнуто операции «порог» в программе «PhotoShop». При работе этой функции все пиксели ярче определённой величины становятся белыми, остальные – чёрными. Перед вами итоговая картинка, где представлены: исходное фото, её пороговые изображения при разных значениях яркости (от 0 до 255). При этом измерялась и видимая фаза затмения.

Номер 1 – исходное фото. 2 – пороговое значение равно 15. Хорошо видно, что при этом светлыми стали и многие пиксели вне лунного диска. 3 – пороговое значение равно 24. При этом тень обозначилась резко и... вычисленная фаза затмения по этому снимку 0,12! Хотя точное время этого кадра неизвестно, ориентировочно 19-15UT. Но вот я

Тут возникли некоторые вопросы... Помнится, наблюдая полутеневое лунное затмение 31 января 1999 года, невооружённым глазом я его видел отчётливо как теневое с фазой 0,10. То есть большая фаза полутеневого затмения через морозную дымку (тогда тоже!) воспринималось как теневое. Собственно, в тот момент и возник вопрос – а собственно, при какой фазе полутеневого затмения уже хорошо воспринимается глазом и потому о нём надо обязательно сообщать в календарях?

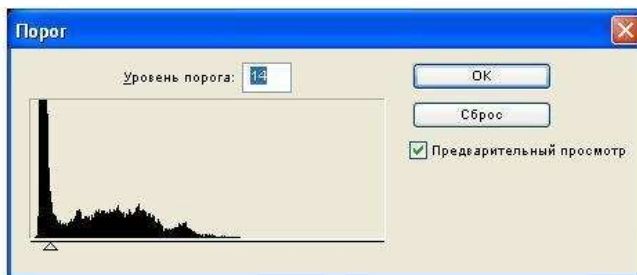
Поэтому, получив из интернета первые фото затмения, я решил их проанализировать... Тут надо сделать некоторое отступление. Большинство публикуемых фотографий как правило, обработаны в каких-то графических редакторах и полноценная работа с ними уже невозможна. То есть глазу-то они представляются красивыми, цветными и контрастными, но вот

наблюдая в бинокль то же оценил фазу затмения выше предсказанной, и глядя на это фото Луны, то же вижу чуть меньше четверти лунного диска!

На следующих кадрах пороговая яркость возрастает, и лунный диск постепенно исчезает как раз так, как ослабевает земная полутень! (Если бы мы проделывали то же самое с полной Луной вне затмения, она бы гасла вся постепенно, пятнами, оставляя ободок лимба – там, где все детали рельефа расположены перпендикулярно направлению взгляда и солнечным лучам). Получается, при таком способе обработки в принципе на фото можно фиксировать полутеневые лунные затмения практически при любых фазах (ведь на краю лунного диска полутеневое затмение было с фазой не более 0,2!). Но конечно по одной

# 2009-12-31 19-27 UT лунное затмение

(Евгений 16)



14 (0.12)



50 (0.35)



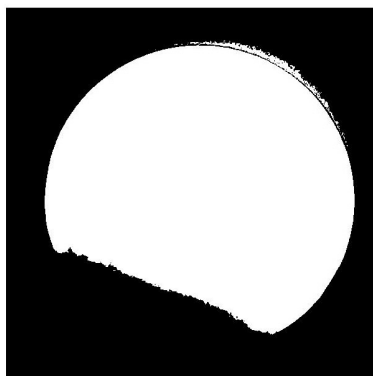
100 (0.82)



125 (0.95)

фотографии судить нельзя, поэтому так же были

Lkgios 2009-12-31



30 ( $\phi=0,15$ )



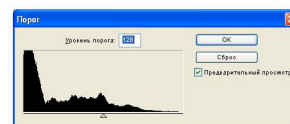
50 ( $\phi=0,24$ )



130 ( $\phi=0,56$ )



170 ( $\phi=0,94$ )

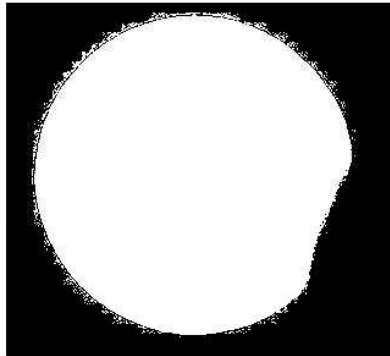


исследованы другие снимки (результаты приводятся далее)

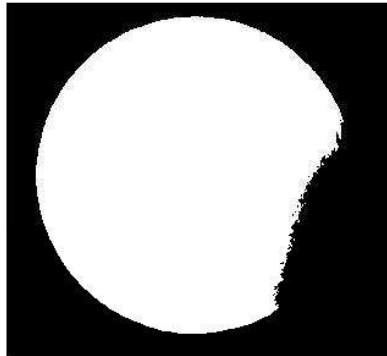
На этом снимке так же фаза при наименьшем возможном пороге (когда не засвечивается фон неба) составляет 0,12! И полутень практически просматривается до края диска!

А это обработка фото, присланного пользователем Lkgios. Здесь наибольшая фаза затмения даже 0,15!

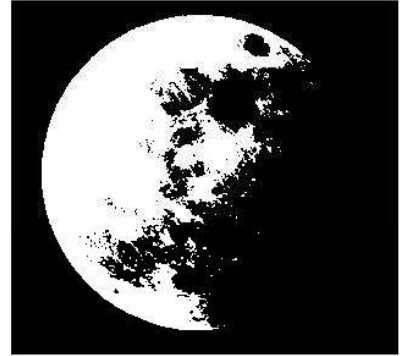
## 2009-12-31 лунное затмение



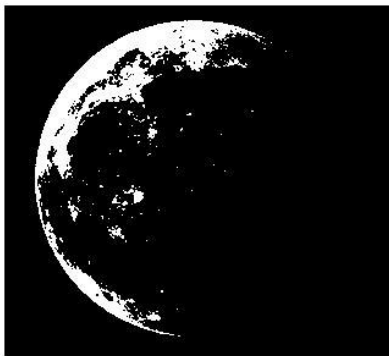
2 ( $\phi=0.11$ )



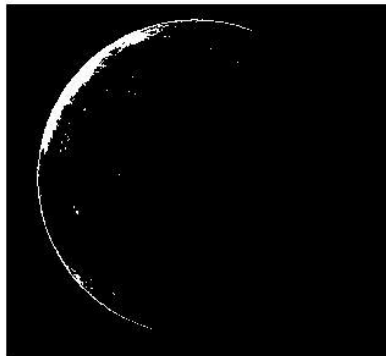
50 ( $\phi=0.19$ )



150 ( $\phi=0.44$ )



200 ( $\phi=0,77$ )



230 ( $\phi=0.97$ )

А вот это фото скачано по ссылке

<http://www.flickr.com/photos/eclipsechaser/4231331771/#sizes//>

и здесь наблюдается несколько иная картина:

Во-первых, это лучшее фото из всех приведённых. Но посмотрите – даже при наибольшем значении пороговой яркости остаётся видимым лунный лимб! Почему? – мне кажется, это фото подверглось обработке перед публикацией на сайте. Но что интересно – наибольшая фаза лунного затмения и здесь 0,11 – больше того, что публиковалось в календарях!

Итак. Я привожу свои исследования на ваш суд. Может быть, выводы будем делать потом. Но вот что кажется мне:

1 наблюдаемая фаза лунного затмения больше предсказанной.

2 фотоспособом при обработке полутень прорабатывается до значений фазы по меньшей мере 0,2, что открывает возможности наблюдения полутеневых

лунных затмений и исследования, например, вопросов яркости земной полутени.

И ещё кое-что. Обычно при расчётах обстоятельств лунных затмений размеры тени и полутени принимаются равными с коэффициентом 1.02 по отношению к размерам геометрической тени (рассчитываемой по размерам Солнца, Земли и Луны – см. например, М. М. Дагаев – «солнечные и лунные затмения»). Как автор программы «Астрономический Календарь» я проверял соответствие фаз теневого и полутеневого затмений, даваемых программой и календарями ВАГО за 1976 – 1995 годы. Выяснилось, что ошибка в фазе не более 0,002(!) получается в том случае, если для увеличения размеров тени принять коэффициент 1.025, а полутени – 1.015 (?). Почему – совершенно непонятно. Может, кто-то из читателей журнала ответит на этот вопрос?

**Александр Кузнецов,**  
[kuznezowaw@yandex.ru](mailto:kuznezowaw@yandex.ru) +79506367283,

Специально для журнала «Небосвод»



## ТЕЛЕСКОП ГАЛИЛЕЯ

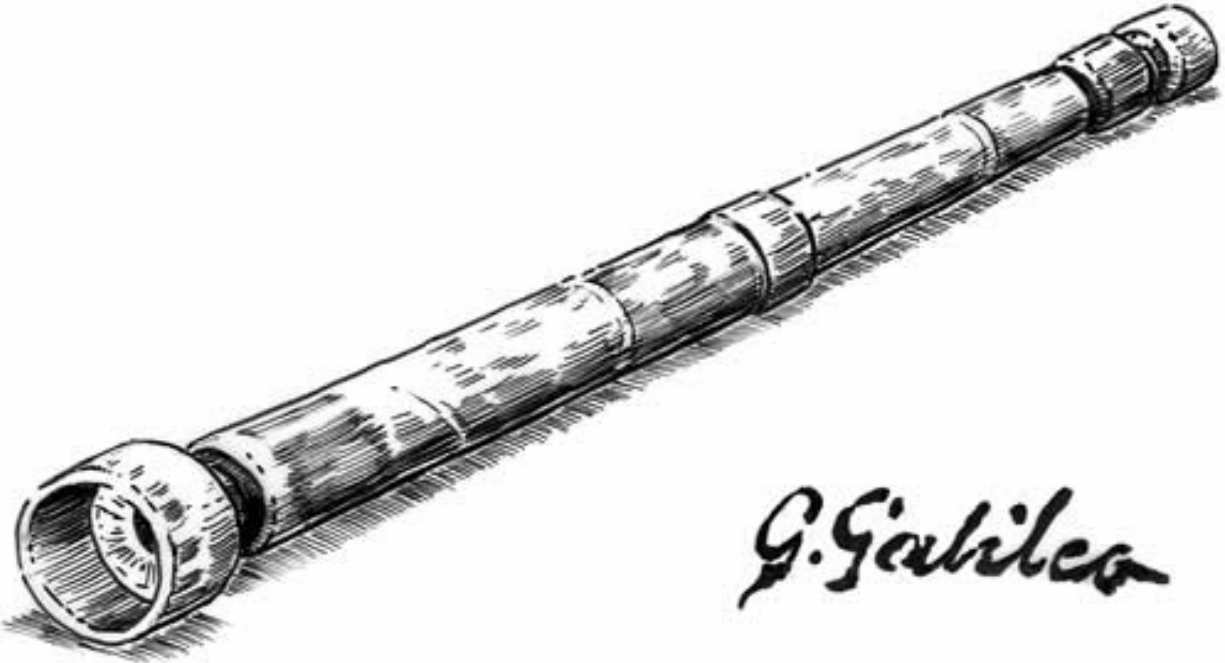


Рис.1. Телескоп Галилея – один из величайших научных инструментов всех времен. Сегодня каждый из нас может за вечер сделать такой же оптический инструмент и, взглянув на небо, ощутить себя Галилеем.

В эти дни мы отмечаем 400-летие создания оптического телескопа – самого простого и самого эффективного научного прибора, распахнувшего перед человечеством дверь во Вселенную. Честь создания первых телескопов по праву принадлежит Галилею.

Как известно, Галилео Галилей занялся экспериментами с линзами в середине 1609 г., после того как узнал, что в Голландии для потребностей мореплавания была изобретена зрительная труба. Ее изготовили в 1608 году, возможно, независимо друг от друга голландские оптики Ганс Липперсгей, Яков Мециус и Захария Янсен. Всего за полгода Галилею удалось существенно усовершенствовать это изобретение, создать на его принципе мощный астрономический инструмент и сделать ряд изумительных открытий.

Успех Галилея в совершенствовании телескопа нельзя считать случайным. Итальянские мастера стекла уже основательно прославились к тому времени: еще в XIII в. они изобрели очки. И именно в Италии была на высоте теоретическая оптика. Трудом Леонардо да Винчи она из раздела геометрии превратилась в практическую науку. «Сделай очковые стекла для глаз, чтобы видеть Луну большой», – писал он в конце XV в. Возможно, хотя и нет этому прямых подтверждений, Леонардо удалось осуществить телескопическую систему.

Оригинальные исследования по оптике провел в середине XVI в. итальянец Франческо Мавролик (1494–1575). Его соотечественник Джованни Батиста де ла Порта (1535–1615) посвятил оптике два великолепных произведения: «Натуральная магия» и «О преломлении». В последнем он даже приводит оптическую схему телескопа и утверждает, что ему удавалось

видеть на большом расстоянии мелкие предметы. В 1609 г. он пытается отстоять приоритет в изобретении зрительной трубы, но фактических подтверждений этому оказалось недостаточно. Как бы то ни было, работы Галилея в этой области начались на хорошо подготовленной почве. Но, отдавая должное предшественникам Галилея, будем помнить, что именно он сделал из забавной игрушки работоспособный астрономический инструмент.



Рис.2. Очки появились за несколько столетий до телескопа.

Свои опыты Галилей начал с простой комбинации положительной линзы, в качестве объектива, и отрицательной линзы, в качестве окуляра, дающей трехкратное увеличение. Сейчас такая конструкция называется театральным биноклем. Это самый массовый оптический прибор после очков. Разумеется, в современных театральных биноклях в качестве объектива и окуляра применяются высококачественные просветленные линзы, иногда даже сложные, составленные из нескольких стекол. Они дают широкое поле зрения и отличное изображение. Галилей же использовал простые линзы как для объектива, так и для окуляра. Его телескопы страдали

сильнейшими хроматической и сферической аберрациями, т.е. давали размытое на краях и не сфокусированное в различных цветах изображение.

Вместо простых очков можно показать старый складной лорнет, у которого линзы при складывании совмещались и оптическая сила удваивалась – очки становились сильным моноклом. Сложение двух линз – это идея телескопа, но до сложения двух РАЗНЫХ линз были века...

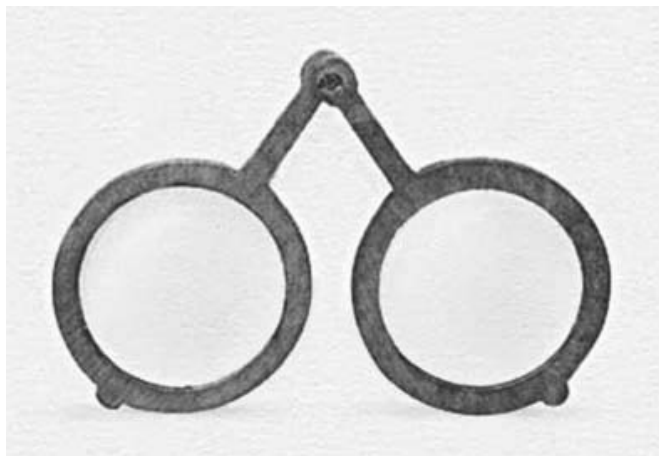


Рис. 3. Вскоре после простых очков появился складной лорнет, у которого линзы при складывании совмещались и оптическая сила удваивалась - очки становились сильным моноклом. В принципе, сложение двух линз – это идея телескопа; но до сложения двух РАЗНЫХ линз прошли века...

Однако Галилей не остановился, подобно голландским мастерам, на «театральном бинокле», а продолжил эксперименты с линзами и к январю 1610 г. создал несколько инструментов с увеличением от 20 до 33 раз. Именно с их помощью он совершил свои замечательные открытия: обнаружил спутники Юпитера, горы и кратеры на Луне, мириады звезд в Млечном Пути, и т. д. Уже в середине марта 1610 г. в Венеции на латинском языке тиражом 550 экземпляров вышел труд Галилея «Звездный вестник», где были описаны эти первые открытия телескопической астрономии. В сентябре 1610 г. ученый открывает фазы Венеры, а в ноябре обнаруживает признаки кольца у Сатурна, хотя и не догадывается об истинном смысле своего открытия («Высочайшую планету тройною наблюдал», – пишет он в анаграмме, пытаясь закрепить за собой приоритет открытия). Пожалуй, ни один телескоп последующих столетий не дал такого вклада в науку, как первый телескоп Галилея.

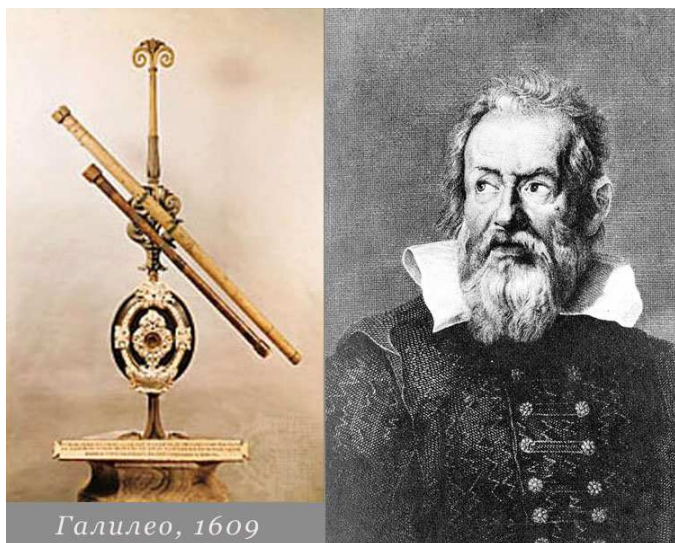


Рис.3. Галилей и его телескопы, хранящиеся в Музее истории науки (Флоренция).

Однако те любители астрономии, кто пытался собирать телескопы из очковых стекол, нередко удивляются малым возможностям своих конструкций, явно уступающих по

«наблюдательным возможностям» кустарному телескопу Галилея. Нередко современные «Галилеи» не могут обнаружить даже спутники Юпитера, не говоря уже о фазах Венеры.

Во Флоренции, в Музее истории науки (рядом со знаменитой картинной галереей Уффици) хранятся два телескопа из числа первых, построенных Галилеем. Там же находится и разбитый объектив третьего телескопа. Эта линза использовалась Галилеем для многих наблюдений в 1609–1610 гг. и была подарена им Великому герцогу Фердинанду II. Позже линза была случайно разбита. После смерти Галилея (1642 г.) эта линза хранилась у принца Леопольда Медичи, а после его смерти (1675 г.) была присоединена к коллекции Медичи в галерее Уффици. В 1793 г. коллекция передала Музею истории науки.



Рис.4. Декоративная рамка с объективом телескопа Галилея.

Очень интересна декоративная фигурная рамка из слоновой кости, изготовленная для галилеевской линзы гравером Витторио Кростеном. Богатый и причудливый растительный орнамент перемежается с изображениями научных инструментов; в узор органично включены несколько латинских надписей. Вверху ранее находилась лента, ныне утраченная, с надписью «MEDICEA SIDERA» («Звезды Медичи»). Центральную часть композиции венчает изображение Юпитера с орбитами 4 его спутников, окруженное текстом «CLARA DEUM SOBOLES MAGNUM IOVIS INCREMENTUM» («Славное [молодое] поколение богов, великое потомство Юпитера»). Слева и справа – аллегорические лики Солнца и Луны. Надпись на ленте, оплетающей венок вокруг линзы, гласит: «HIC ET PRIMUS RETEXIT MACULAS PHEBI ET IOVIS ASTRA» («Он первым открыл и пятна Феба (т.е. Солнца), и звезды Юпитера»). На картуше внизу текст: «COELUM LINCEAE GALILEI MENTI APERTUM VITREA PRIMA HAC MOLE NON DUM VISA OSTENDIT SYDERA MEDICEA IURE AB INVENTORE DICTA SAPIENS NEMPE DOMINATUR ET ASTRIS» («Небо, открытое зоркому разуму Галилея, благодаря этой первой стеклянной вещи показало звезды, до сих пор невидимые, по праву названные их первооткрывателем Медицейскими. Ведь мудрец властвует и над звездами»).

Информация об экспонате содержится на сайте Музея истории науки: <http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=100101> ; <http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=404001> .

В начале XX века хранящиеся во флорентийском музее телескопы Галилея были изучены (см. табл.). С ними были даже проведены астрономические наблюдения.

**Оптические характеристики первых объективов и окуляров телескопов Галилея (размеры в мм)**

	Полный диаметр	Диаметр апертуры	Фокусное расстояние
Объектив I	51	26	1330
Объектив II	37	16	980
Объектив III	58	38	1710
Окуляр I	26	11	-94
Окуляр II	22	16	-47,6

Оказалось, что первая труба имела разрешающую способность 20" и поле зрения 15'. А вторая, соответственно, 10" и 15'. Увеличение первой трубы было 14-кратным, а второй 20-кратным. Разбитый объектив третьей трубы с окулярами от первых двух труб давал бы увеличение в 18 и 35 раз. Итак, мог ли Галилей сделать свои изумительные открытия, используя столь несовершенные инструменты?  
Исторический эксперимент

Именно таким вопросом задался англичанин Стивен Рингвуд и, чтобы выяснить ответ, создал точную копию лучшего телескопа Галилея (Ringwood S. D. A Galilean telescope // The Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 1994, vol. 35, 1, p. 43–50). В октябре 1992 года Стив Рингвуд воссоздал конструкцию третьего телескопа Галилея и в течение года проводил с ним всевозможные наблюдения. Объектив его телескопа имел диаметр 58 мм и фокусное расстояние 1650 мм. Как и Галилей, Рингвуд диафрагмировал свой объектив до диаметра апертуры D = 38 мм, чтобы получить лучшее качество изображения при сравнительно небольшой потере проникающей способности. Окуляром служила отрицательная линза с фокусным расстоянием –50 мм, дающая увеличение в 33 раза. Поскольку в такой конструкции телескопа окуляр размещается перед фокальной плоскостью объектива, полная длина трубы составила 1440 мм.



Рис.5. Цейссовский театральный бинокль, оформленный в виде очков, – прямой потомок телескопа Галилея.

Самым большим недостатком телескопа Галилея Рингвуд считает его малое поле зрения – всего 10', или третья часть лунного диска. Причем на краю поля зрения качество изображения очень низкое. При использовании простого критерия Рэлея, описывающего дифракционный предел разрешающей способности объектива, можно было бы ожидать качества изображения в 3,5–4,0". Однако хроматическая аберрация снизила его до 10–20". Проницающая сила телескопа, оцененная по простой формуле (2 + 5lg D),

ожидалась около +9,9m. Однако в действительность не удалось обнаружить звезд слабее +8m.

При наблюдении Луны телескоп показал себя неплохо. В него удалось разглядеть даже больше деталей, чем было зарисовано Галилеем на его первых лунных картах. «Возможно, Галилей был неважный рисовальщик, или его не очень интересовали детали лунной поверхности?» – удивляется Рингвуд. А может быть, опыт изготовления телескопов и наблюдения с ними был у Галилея еще недостаточно велик? Нам кажется, что причина именно в этом. Качество стекол, отполированных собственными руками Галилея, не могло соперничать с современными линзами. Ну и, конечно, Галилей не сразу научился смотреть в телескоп: визуальные наблюдения требуют немалого опыта.

Кстати, а почему создатели первых зрительных труб – голландцы – не совершили астрономических открытий? Предприняв наблюдения с театральным биноклем (увеличение 2,5–3,5 раза) и с полевым биноклем (увеличение 7–8 раз), вы заметите, что между их возможностями пролегает пропасть. Современный высококачественный 3-кратный бинокль позволяет (при наблюдении одним глазом!) с трудом заметить крупнейшие лунные кратеры; очевидно, что голландская труба с таким же увеличением, но более низким качеством, не могла и этого. Полевой бинокль, дающий приблизительно те же возможности, что и первые трубы Галилея, показывает нам Луну во всей красе, со множеством кратеров. Усовершенствовав голландскую трубу, добившись в несколько раз более высокого увеличения, Галилей перешагнул через «порог открытий». С тех пор в экспериментальной науке этот принцип не подводит: если вам удастся улучшить ведущий параметр прибора в несколько раз, вы обязательно сделаете открытие.

Безусловно, самым замечательным открытием Галилея явилось обнаружение четырех спутников Юпитера и диска самой планеты. Вопреки ожиданиям, низкое качество телескопа не сильно помешало наблюдениям системы юпитеровых спутников. Рингвуд ясно видел все четыре спутника и смог, как и Галилей, каждую ночь отмечать их перемещение относительно планеты. Правда, не всегда удавалось одновременно хорошо сфокусировать изображение планеты и спутника: очень мешала хроматическая аберрация объектива.

А вот что касается самого Юпитера, то Рингвуд, как и Галилей, не смог обнаружить никаких деталей на диске планеты. Слабоконтрастные широтные полосы, пересекающие Юпитер вдоль экватора, оказались полностью замкнуты в результате аберрации.

Очень интересный результат получил Рингвуд при наблюдении Сатурна. Как и Галилей, при увеличении в 33 раза он увидел лишь слабые вздутия («загадочные придатки», как писал Галилей) по бокам планеты, которые великий итальянец, конечно же, не мог интерпретировать как кольцо. Однако дальнейшие эксперименты Рингвуда показали, что при использовании других окуляров с большим увеличением, все же можно различить более ясные признаки кольца. Сделай это в свое время Галилей – и открытие колец Сатурна состоялось бы почти на полстолетия раньше и не принадлежало бы Гюйгенсу (1656 г.).

Впрочем, наблюдения Венеры доказали, что Галилей быстро стал искусным астрономом. Оказалось, что в наибольшей элонгации фазы Венеры не видны, ибо слишком мал ее угловой размер. И только когда Венера приблизилась к Земле и в фазе 0,25 ее угловой диаметр достиг 45", стала заметна ее серповидная форма. В это время ее угловое удаление от Солнца уже было не так велико, и наблюдения затруднены.

Самым же любопытным в исторических изысканиях Рингвуда, пожалуй, явилось разоблачение одного старого заблуждения по поводу наблюдений Галилеем Солнца. До сих пор считалось общепринятым, что в телескоп системы Галилея невозможно наблюдать Солнце, спроецировав его изображение на экран, ибо отрицательная линза окуляра не может построить действительного изображения объекта. Только изобретенный немного позже телескоп системы Кеплера из двух положительных линз дал такую возможность. Считалось, что впервые наблюдал Солнце на экране, помещенном за окуляром, немецкий астроном Кристоф Шейнер (1575–1650). Он одновременно и независимо от Кеплера создал в 1613 г.

телескоп аналогичной конструкции. А как наблюдал Солнце Галилей? Ведь именно он открыл солнечные пятна. Долгое время существовало убеждение, что Галилей наблюдал дневное светило глазом в окуляр, пользуясь облаками как светофильтрами или подкарауливая Солнце в тумане низко над горизонтом. Считалось, что потеря Галилеем зрения в старости частично была спровоцирована именно его наблюдениями Солнца.

Однако Рингвуд обнаружил, что и телескоп Галилея может давать вполне приличную проекцию солнечного изображения на экран, причем солнечные пятна видны очень отчетливо. Позже, в одном из писем Галилея, Рингвуд обнаружил подробное описание наблюдений Солнца путем проекции его изображения на экран. Странно, что этого обстоятельства не отмечали раньше.

Думаю, что каждый любитель астрономии не откажет себе в удовольствии на несколько вечеров «стать Галилеем». Для этого нужно всего лишь сделать Галилеев телескоп и попытаться повторить открытия великого итальянца. В детстве один из авторов этой заметки делал из очковых стекол кеплеровы трубы. А уже в зрелом возрасте не удержался и соорудил инструмент, похожий на телескопа Галилея. В качестве объектива была использована насадочная линза диаметром 43 мм силой в +2 диоптрии, а окуляр с фокусным расстоянием около -45 мм был взят от старинного театрального бинокля. Телескоп получился не очень мощный, с увеличением всего в 11 раз, но и у него поле зрения оказалось маленькое, диаметром около 50', а качество изображения неровное, значительно ухудшающееся к краю. Однако изображения стали значительно лучше при диафрагмировании объектива до диаметра 22 мм, и еще лучше – до 11 мм. Яркость изображений, разумеется, понизилась, но наблюдения Луны от этого даже выиграли.

Как и ожидалось, при наблюдении Солнца в проекции на белый экран этот телескоп действительно давал изображение солнечного диска. Отрицательный окуляр увеличил эквивалентное фокусное расстояние объектива в несколько раз (принцип телеобъектива). Поскольку не сохранилось сведений о том, на каком штативе Галилей устанавливал свой телескоп, автор наблюдал, удерживая трубу в руках, а в качестве опоры для рук использовал ствол дерева, забор или раму открытого окна. При 11-кратном увеличении этого было достаточно, но при 30-кратном, очевидно, у Галилея могли быть проблемы.

Можно считать, что исторический эксперимент по воссозданию первого телескопа удался. Теперь мы знаем, что телескоп Галилея был довольно неудобным и скверным прибором с точки зрения современной астрономии. По всем характеристикам он уступал даже нынешним любительским инструментам. У него было лишь одно преимущество – он был первым, а его создатель Галилей «выжал» из своего инструмента все, что возможно. За это мы чтим Галилея и его первый телескоп.

## Стань Галилеем

Нынешний 2009 год был объявлен Международным годом астрономии в честь 400-летия рождения телескопа. В компьютерной сети, вдобавок к существующим, появилось много новых замечательных сайтов с изумительными снимками астрономических объектов.

Но как бы ни были насыщены интересной информацией сайты Интернета, главной целью МГА было продемонстрировать всем желающим реальную Вселенную. Поэтому в числе приоритетных проектов оказался выпуск недорогих телескопов, доступных любому желающему. Самым массовым стал «галилеоскоп» – маленький рефрактор, спроектированный высокопрофессиональными астрономами-оптиками. Это не точная копия телескопа Галилея, а скорее – его современная реинкарнация. У «галилеоскопа» двухлинзовый стеклянный ахроматический объектив диаметром 50 мм и фокусным расстоянием 500 мм. Четырехлинзовый пластиковый окуляр дает увеличение 25х, а 2х линза Барлоу доводит его до 50х. Поле зрения телескопа 1,5о (или 0,75о с линзой Барлоу). С таким инструментом легко можно «повторить» все открытия Галилея.

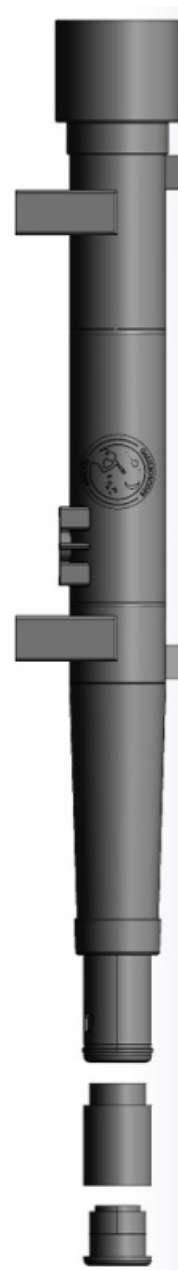


Рис.6. «Галилеоскоп» – самый массовый и дешевый астрономический инструмент.

Впрочем, сам Галилей с таким телескопом сделал бы их значительно больше. Цена инструмента в 15–20 долл. США делает его действительно общедоступным. Любопытно, что со штатным положительным окуляром (даже с линзой Барлоу) «галилеоскоп» в действительности представляет собой трубу Кеплера, но при использовании в качестве окуляра одной лишь линзы Барлоу он оправдывает свое название, становясь 17х трубой Галилея. Повторить открытия великого итальянца в такой (оригинальной!) конфигурации – задача не из легких.

Это весьма удобный и вполне массовый инструмент, пригодный для школ и начинающих любителей астрономии. Его цена значительно ниже, чем у существовавших ранее телескопов с аналогичными возможностями. Было бы весьма желательно приобрести такие инструменты для наших школ.

**В. Г. Сурдин,**

<http://astronet.ru/db/author/2508>

**Н. Л. Васильева**

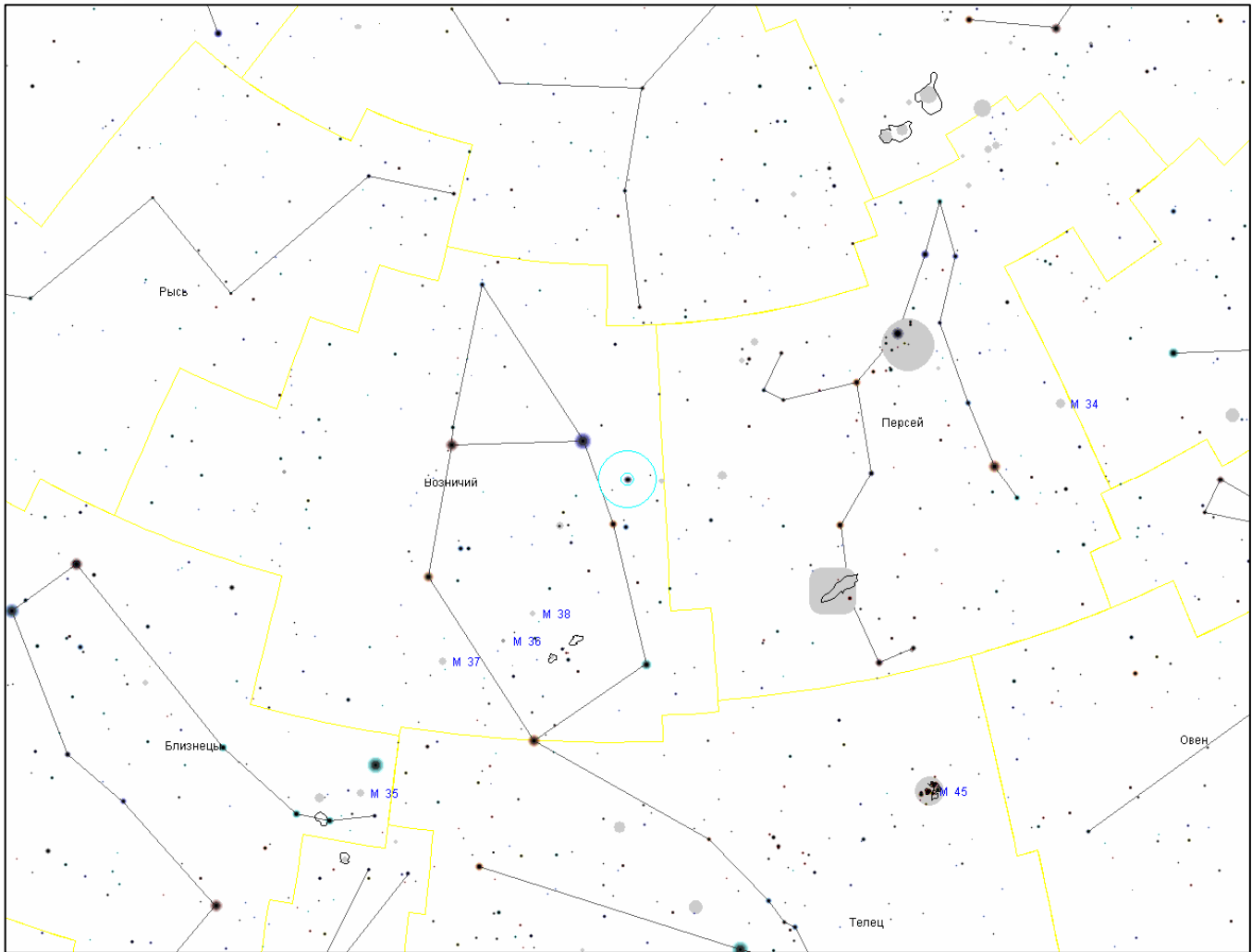
<http://astronet.ru/db/author/13647>

Публикуется с любезного разрешения

<http://astronet.ru>

<http://astronet.ru/db/msg/1237382>

## Эпсилон Возничего - затмения раз в 27 лет!



Положение эпсилон Возничего на небе. Изображение <http://astroalert.ka-dar.ru/files/epsaur.gif>

Драматические изменения происходят в системе Эпсилон Возничего! Такое сообщение было опубликовано еще 3 июня 2008 года на сайте AAVSO

[http://www.aavso.org/news/press\\_epsaur.shtml](http://www.aavso.org/news/press_epsaur.shtml)

Но происходят они в течение длительного времени, поэтому мы с вами станем свидетелями этих изменений.

Возможно, что уже через 50-60 лет поведение данной переменной звезды значительно изменится и она будет больше напоминать цефеиду! Не исключено также проявление вспышек, как у катаклизмических переменных!

Обозначение: eps Aur

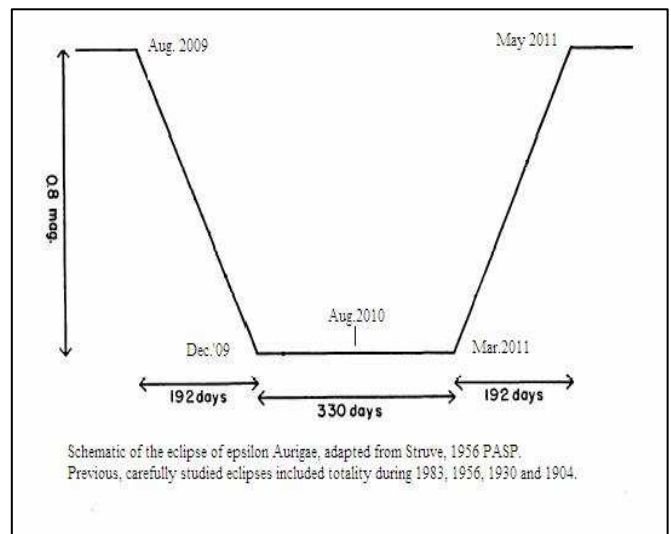
Координаты:

RA=05h 01m 58.14s, Dec=+43° 49' 23.9"

Блеск: 2.92 - 3.83 зв. вел.

Период: 27.12 лет (9892 суток)

Тип переменности: EA/GS



Хронологический график затмения

Расписание событий ближайшего затмения (не исключено, что затмение будет короче и закончится в первые 2 недели 2011 года):

2009 08 06 - начало частных фаз затмения

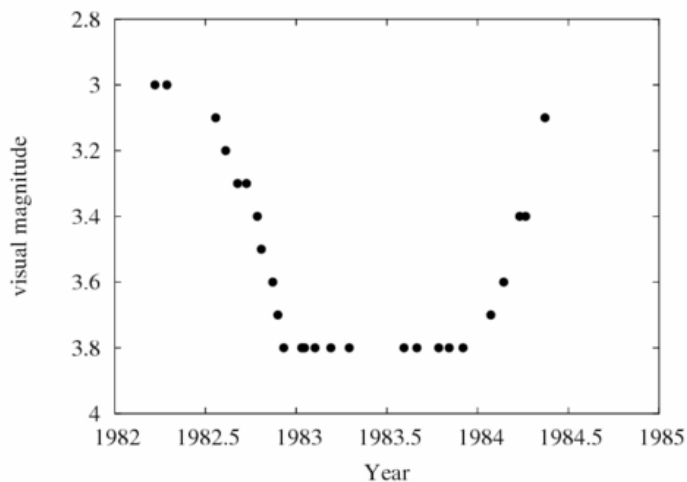
2009 12 21 - начало полного затмения

2010 08 01 - середина затмения

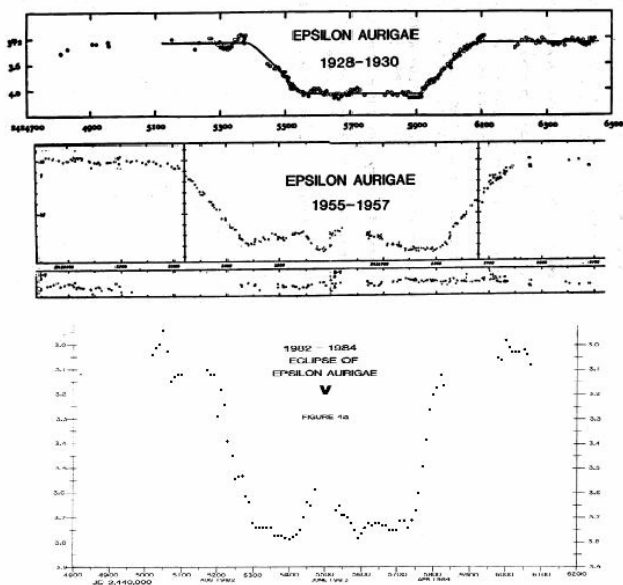
2011 03 12 - окончание полного затмения

2011 05 15 - окончание частных фаз затмения

Следующее затмение произойдет осенью 2036 года.



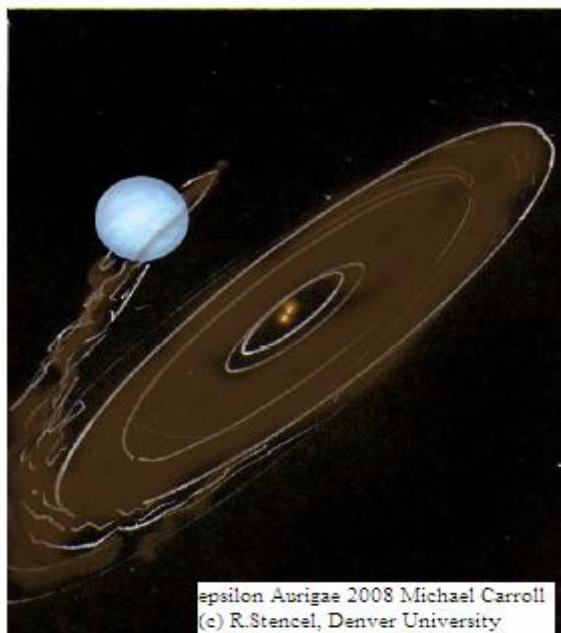
Фотометрия затмения Эпсилон Возничего в 1982-1984 гг:



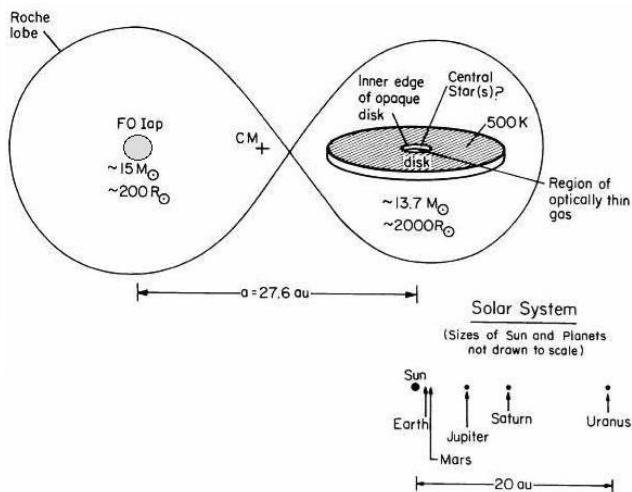
3 затмения: 1929, 1956 и 1983 года



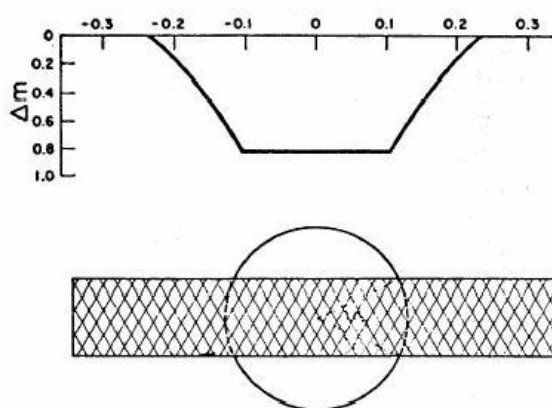
Модель эпсилон Возничего (вид сбоку)



Модель эпсилон Возничего (общий вид)



Модель эпсилон Возничего (схематический вид)

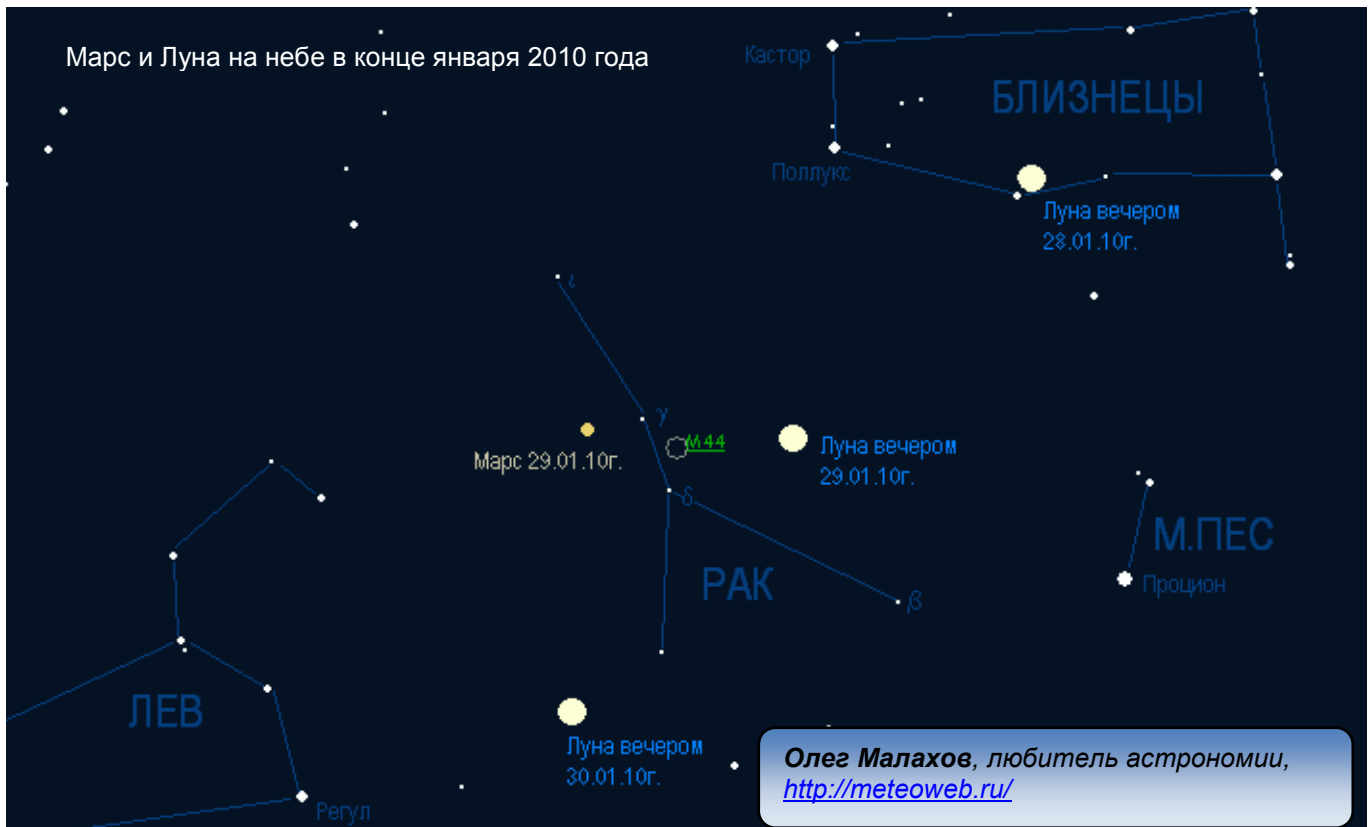


Модель затмения

Стас Кртокий, любитель астрономии  
<http://www.astroalert.ru/>

<http://www.astroalert.ru/files/basicmodel.jpg>

## Найдем на небе Марс



Очень часто можно услышать вопрос: а что это за яркая звезда, сияющая во столько-то, в такой-то части неба? Зачастую оказывается, что объектом внимания человека стала та или иная яркая планета. Подмечено, что наиболее часто привлекает внимание людей ярчайшая на земном небе планета – Венера, которую сложно не заметить на вечернем или утреннем небе в соответствующие периоды видимости. Но в эти январские дни 2010 года Венера находится на небосводе вблизи Солнца и поэтому недоступна для наблюдений невооруженным глазом. Но январскими вечерами 2010 года в юго-западной части неба можно найти ярко-желтый Юпитер, который хоть и уступает в блеске Венере, но все же намного ярче самых ярких звезд. Попробуйте найти его на небе в ближайший ясный вечер.

Но нынешней зимой и, в особенности, в нынешнем месяце главной планетой земного небосклона станет Марс. Много загадок и догадок таит в себе эта красная планета, поэтому даже в эпоху космических исследований планет Солнечной системы, любители астрономии рассматривают Марс как привлекательный для наблюдений объект. Впрочем, его привлекательность с точки зрения телескопических наблюдений зависит, прежде всего, от параметров вашего телескопа. Так, в наиболее крупные телескопы, предназначенные для любителей астрономии, можно разглядеть некоторые интересные детали на поверхности красной планеты и даже проследить за сезонной эволюцией таких образований, как полярные шапки Марса и даже распознать признаки марсианских пыльных бурь! В небольшие телескопы также можно разглядеть «темные пятна» на поверхности Марса, наподобие лунных, и попытаться разглядеть полярную шапку, но сделать это уже сложнее, да и не во все противостояния. Здесь многое зависит и от опыта наблюдателя, и от атмосферных условий, сопутствующих наблюдениям.

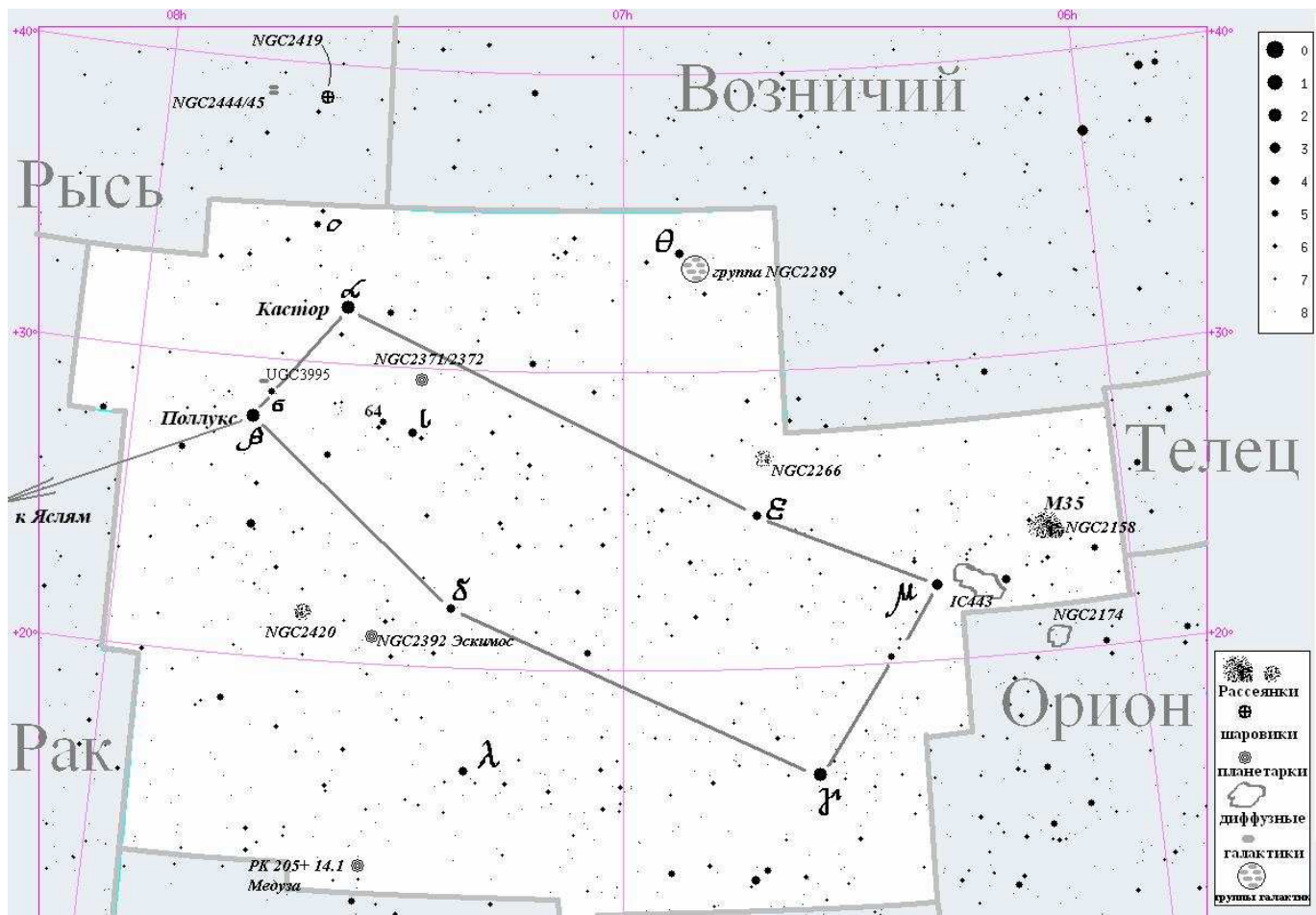
Стоит подчеркнуть, что Марс движется по сильно вытянутой орбите, поэтому разглядеть детали его поверхности любителям астрономии удастся лишь в период противостояний, когда угловой диаметр планеты достигает максимального значения. Но, увы, не все противостояния одинаково благоприятны для наблюдений. Так, например, раз в 15 – 17 лет происходят так

называемые великие противостояния Марса. Это наиболее благоприятные моменты для наблюдений красной планеты в любительские телескопы. А примерно раз в 80 лет происходят величайшие противостояния планеты, как, например, было в недалеком 2003 году. В эти моменты угловой диаметр диска Марса достигает наибольших из возможных значений. В моменты великих и величайших противостояний Марс настолько ярк, что из ярких планет уступает в блеске лишь Венере. Но бывают и такие противостояния, когда расстояние между Землей и Марсом хоть и сокращается, но остается раза в два больше, чем в моменты великих противостояний.

К сожалению, в эти годы продолжается период не самых благоприятных противостояний Марса, ближайшее из которых состоится 29 января 2010 года. К этому Марс достигнет максимального в нынешнем периоде видимости блеска:  $-1,3m$ . При этом угловой диаметр планеты составит  $14''$ . Для наблюдений каких-либо деталей на диске планеты вам потребуется прибор с диаметром объектива (апертурой), пожалуй, не менее 100 мм и с хорошим увеличением (свыше 250 – 300 крат.) и, конечно же, солидный опыт наблюдений планет. Впрочем, чем больше опыт наблюдателя, тем меньше может быть телескоп для «улавливания» деталей на поверхности планеты. Неподготовленный глаз вряд ли разглядит что-либо даже в самый дорогой и мощный любительский телескоп.

Тем не менее, всем начинающим любителям астрономии мы рекомендуем найти Марс на небе. Тем более планета находится в бедной на яркие звезды области неба – в созвездии Рака, расположенном на восточной окраине богатого яркими звездами зимнего неба. Итак, взгляните на восток – юго-восток около 22 ч по местному времени. Вы без труда разглядите высоко в небе красноватое светило, похожее на яркую звезду. Это и есть Марс. Вблизи Марса Луна пройдет в ночь с 29 на 30 января, а также с 25 на 26 февраля. А, вооружившись биноклем в дни, близкие к противостоянию, юго-западнее Марса можно будет разглядеть красивое рассеянное звездное скопление «Ясли» (M44), расположенное между звездами 4 звездной величины  $\gamma$  и  $\delta$  Рака. Ближайшее великое противостояние Марса состоится 27 июля 2018 года.

# Навигация по дип-скай объектам: БЛИЗНЕЦЫ



Созвездие Близнецов на звездной карте.

В образе Близнецов на небе изображены двое братьев-аргонавтов. Это созвездие содержит объекты почти на любой вкус, кроме того, оно зодиакальное, и его частенько навещают Луна, планеты, и один месяц в году - Солнце. Но мы с вами выберем ночь, и безлунную. Планеты не помешают. Найти созвездие Близнецов не составит особого труда, для этого надо только увидеть две звезды - Альфу и Бету, Кастор и Поллукс соответственно.

Поллукс ярче, его яркость 1,2m, тогда как Кастор - 1,6m. Что интересно, звезд около 1,5m на небе довольно мало, и Кастор одна из них. Чем примечательное, и его частенько навещают Луна, планеты, и один месяц в году - Солнце. Но мы с вами выберем ночь, и безлунную. Планеты не помешают. Найти созвездие Близнецов не составит особого труда, для этого надо только увидеть две звезды - Альфу и Бету, Кастор и Поллукс соответственно. Поллукс ярче, его яркость 1,2m, тогда как Кастор - 1,6m. Что интересно, звезд около 1,5m на небе довольно мало, и Кастор одна из них. Чем примечательное, и его частенько навещают Луна, планеты, и один месяц в году - Солнце. Но мы с вами выберем ночь, и безлунную. Планеты не помешают. Найти созвездие Близнецов не составит особого труда, для этого надо только увидеть две звезды - Альфу и Бету, Кастор и Поллукс соответственно.

Кастор - шестикратная звезда, вокруг центральной пары вращается красный карлик - все эти звезды видны в небольшой любительский телескоп. Ученые выяснили, что каждый из этих компонентов, в свою очередь, тесная двойная звезда!

Если представить, что Поллукс - это ось, на которую нанизана стрелка часов, а Кастор - это деление "12", то длинная стрелка, будучи на 7 часах, покажет на одно из ярчайших рассеянных скоплений неба - Ясли, в созвездии Рака, и сейчас поздно

вечером его уже можно увидеть невооруженным глазом (если засветка неба не очень сильна) между двумя тусклыми звездочками, зовущимися Ослятами. В самый маленький любительский инструмент скопление прекрасно рассыпается на десятки звезд. Но вернемся в Близнецы.

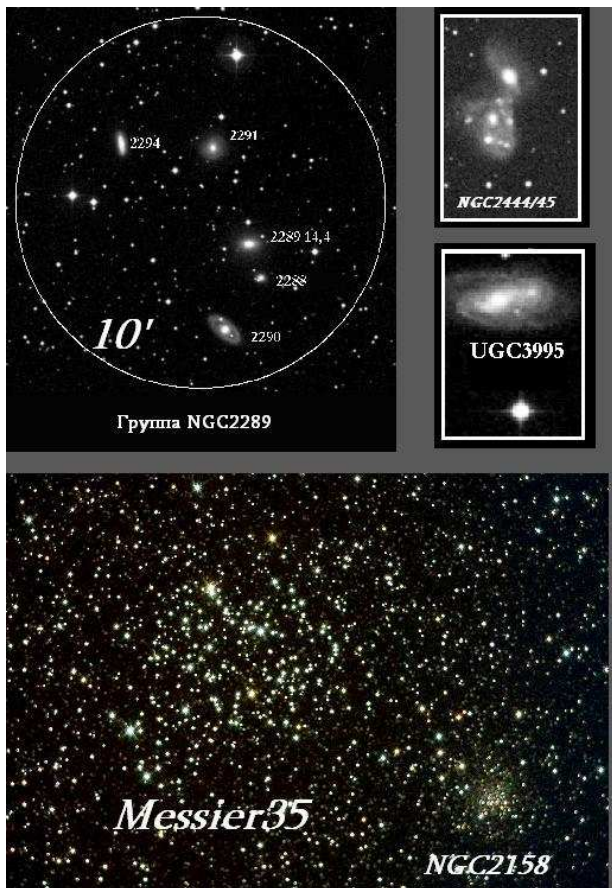
Недалеко от Поллукса (по направлению к Кастору) есть слабая для невооруженного взгляда звездочка 5m, обозначаемая буквой Сигма. В 30' к С-С-В от этой звезды имеется объект, можно сказать, противоположный Яслям. Если Ясли - один из самых ярких объектов дипскай (интегральная яркость 3,4m), то галактика UGC3995 в 10 тысяч раз тусклее, для ее обнаружения понадобится любительский инструмент средних размеров, а для того, чтобы хорошо видеть детали, и вовсе - апертурный монстр (Ясли на нормальном небе легко видны глазом). Как же галактика, состоящая из миллиардов звезд, может быть настолько тусклее малочисленной "рассеянки"? Может, если она в триста тысяч раз дальше! Ясли мы видим такими, какими они были в позднее Средневековье, а вышеупомянутую галактику - когда еще первый тираннозавр не вылупился из яйца (200 млн лет назад).

Чем же примечательна галактика UGC3995? Тем, что это система из двух тесно взаимодействующих галактик. В 18" вплотную с боку от главного пятна с трудом заметна вторая, более тусклая концентрация яркости. Должно быть, с несколькими меньшими апертурами ее тоже можно увидеть, применив большое увеличение. С апертурой 200-250мм эта галактика может быть интересна просто ради обнаружения такого объекта. Заметьте, что у него нет номера NGC - оказалось слишком тускло, чтобы гарантированно попасть в этот каталог.

В Близнецах есть три примечательных планетарных туманности, и все они очень разные. На небе они располагаются почти по



прямой с севера на юг, их разделяют похожие промежутки. Туманность NGC2371/2372, самая северная из трех, неподалеку от Кастора, в градусе к северу от звезды йота Близнецов (см. карту). Это забавная планетарка из двух половинок, занимающая собой площадь поперечником примерно в 1 угловую минуту. Ее можно рассмотреть уже в средние любительские апертуры, фотографическая яркость - 13m, но визуально, с фильтром УНС, она кажется существенно ярче.



Следующая на юг планетарка - это NGC2392, знаменитая туманность Эскимос. Маленький (45") очень яркий (9m) фонарик голубого цвета. В средние и крупные апертуры можно увидеть внешнюю и внутреннюю область. Для поиска Эскимоса можно ориентироваться от звезды дельта Близнецов.

Наконец, на юге созвездия, около границы с Малым Псом, есть еще одна замечательная планетарка. Она называется Медуза, ее номер РК 205+ 14.1 На небе она занимает гораздо большую площадь - размер 10x12". Для ее рассматривания обязательны узкополосные фильтры - OIII или УНС.

...В трех градусах к востоку от планетарной туманности "Эскимос" есть небольшая рассеянка, NGC2420. Она содержит в себе 100 звезд от 11m и тусклее. Наведите на нее телескоп, как вы думаете, что вы увидите?

Другая рассеянка, NGC2266, в 2 градусах севернее звезды эпсилон Близнецов, еще более тускла, 9,5m, большая часть ее звезд тусклее 12m. В небольшой телескоп попробуйте отыскать туманное пятнышко, а средние и крупные апертуры разобьет его на звезды. До этой рассеянки 11 тысяч св.лет., мы наблюдаем ее такой, какой она была во времена позднего палеолита. В эти времена первобытный человек начал создавать первые произведения искусства, изобрел лук и стрелы, приручил первых домашних животных. Впрочем, по астрономическим меркам этот срок очень короткий, и вряд ли там что-либо изменилось за эти тысячелетия.

В южной части Близнецов есть три еще более тусклых рассеянки (одна из них недалеко от "Медузы"), но они непримечательны, разрежены и смотрятся неинтересно даже в 18" апертуру, поэтому рассматривать мы их здесь не будем. Безусловно, самые красивые рассеянные скопления в Близнецах - это Мессье 35 и ее сосед по небесной сфере - NGC2158. Первая - ярка (5m), крупна (занимает площадь, равную лунному диску) и бьетса на отдельные звезды даже в самые маленькие телескопы. NGC2158, примостившись менее чем в половине градуса от окраины М35, гораздо тусклее (8,6m)

и отдельные звезды в ней тусклее 14m. Однако, это особенная рассеянка, ее население насчитывает тысячи звезд!! Не все они заметны даже в крупные любительские инструменты, поэтому выглядит она туманным пятном с вкраплением звезд или без (в зависимости от апертуры). До этого скопления 16000 св. лет, оно в 6 раз дальше, чем сосед по небу - М35, гораздо менее богатое звездами, зато близкое, и, соответственно, яркое. Изумительно красиво смотрится эта пара таких разных рассеянок, особенно в средние и крупные апертуры, на небольших увеличениях! Рядом со звездой мю Близнецов имеется диффузная туманность под номером IC443. На фотографиях она напоминает настоящую медузу, с пышной копной длинных щупалец. И еще ода медузоподобная туманность расположена неподалеку, в Орионе (NGC2174). Вот уж медузий край!! Эти две туманности и М35 образуют почти равносторонний треугольник со стороной 3 градуса. К сожалению, условия последнего астровеяда не позволили мне посмотреть эти две туманности. А теперь информация, адресованная пока еще немногочисленным у нас владельцам инструментов апертуры более 300мм. Менее чем в градусе к ю-з от звезды тэта имеется компактная группа далеких галактик - четыре галактики 14 величины и одна - 15m, фигура укладывается на участке 4'x6'.

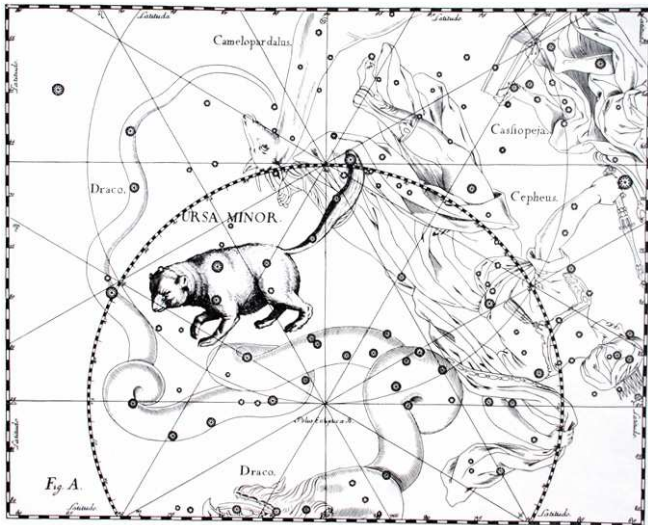
Обзор созвездия Близнецы можно завершить, но считаю нужным рассказать еще о двух замечательных объектах, "обитающих" в 4 градусах севернее границы с Близнецами, в созвездии Рыси. Один из них, пара галактик - NGC2444 и 2445. Это чрезвычайно интересная плотная пара взаимодействующих звездных систем 12m, относящихся к редкому типу кольцеобразных галактик. NGC2445 в апертуры от 300 (250?) мм показывает интересные детали в виде сгустков яркости, расположенных на фоне однородного туманного пятна. Чтобы просто увидеть эту пару, будет достаточно телескопа меньших размеров - 200-250мм, хотя надо отметить, что далекие тусклые галактики все же просят крупный инструмент.

Второй объект Рыси, которым мы завершим сегодняшний обзор, как минимум не менее интересен, к тому же он легко доступен любым апертурам, в том числе и маленьким рефракторам (последним - только при отсутствии сильной засветки, какая бывает в городах). NGC2419, Межгалактический Странник, шаровое звездное скопление, удаленное от нас на невероятное расстояние - триста тысяч световых лет! Это в полтора раза дальше, чем галактики Магеллановы Облака. Вероятнее всего, NGC2419 гравитационно связан с нашей галактикой, но все же, живет за ее пределами! Это крупное скопление, по размеру превышающее М13, и даже из-за пределов Галактики оно светит нам компактным пятнышком 10m. Чтобы разрешить его на звезды, понадобится очень мощный инструмент, примерно от 60см - наиболее яркие звезды достигают 17m. В 460мм объект смотрится "лохматым", но уверенно "разбить" его не получается. Шарма придают две расположенные рядом на небе звездочки, которые принадлежат Галактике и, соответственно, гораздо ближе к нам. Этот объект произвел на меня такое впечатление, что я сподобился нарисовать картину, как же может выглядеть небо на гипотетической планете, вращающейся вокруг одной из периферических звезд этого скопления. Галактика на заднем фоне - наш Млечный путь, а серебряные шарики - плод моей фантазии, местная форма жизни.



**Александр Федотов, любитель астрономии**  
**Феанор** на <http://astronomy.ru/forum/>  
 Публикуется с любезного разрешения автора. Веб-версия на сайте Виталия Шведун <http://shvedun.ru>

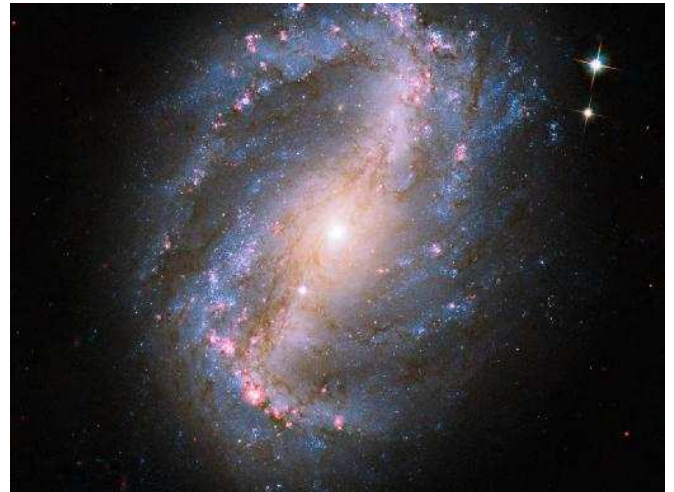
# Созвездие Малая Медведица



Созвездие Малая Медведица в звездном атласе Я. Гевелия

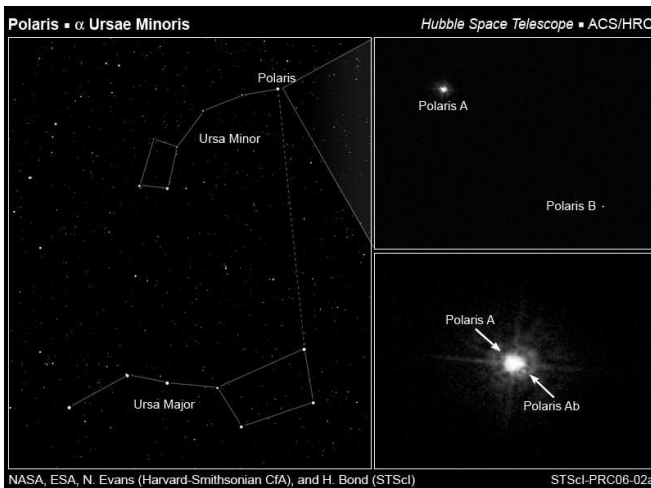
Созвездие Малая медведица полярное созвездие северного полушария. Созвездие Малая Медведица примечательно тем, что в ее состав входит звезда указывающая на Северный полюс мира, это Полярная звезда (α Малой Медведицы). Также эта звезда имеет название Киносура, а арабы ее называют "козленком". Расстояние до этой звезды 431 световой год. Полярная звезда это сверхгигант и тройная звезда. Уже в небольшой телескоп можно увидеть ее спутник. Третий компонент этой кратной звезды удалось различить только с помощью телескопа Хаббл. Сама Полярная звезда является переменной типа Цефеиды и меняет свой блеск с периодом 3.97 дней. средняя звездная величина Полярной звезды составляет +2.01 зв.в.. Чтобы найти Полярную звезду на небе нужно проложить линию от β Большой медведицы к α Большой Медведицы и далее пять расстояний между этими звездами созвездия Большой Медведицы.

превращен сын Каллисто и Зевса, Аркад. По другим легендам это была служанка Киллисто. Само созвездие напоминает ковш, но из-за слабости звезд не такой эффектный, как ковш Большой Медведицы. В созвездие Малой Медведицы помимо Полярной звезды входят следующие звезды с личными именами: Кохаб (β) 2.08 зв.в., Феркад (γ) 3.05 зв.в., Йильдун (δ) 4.36 зв.в.. В созвездии Малой Медведицы практически нет интересных астрономических объектов для наблюдения любителями астрономии, ну пожалуй кроме Полярной звезды как двойной, и для галочки очень слабой галактики NGC 6217 11.8 зв.в. для наблюдений которой нужен крупный телескоп.



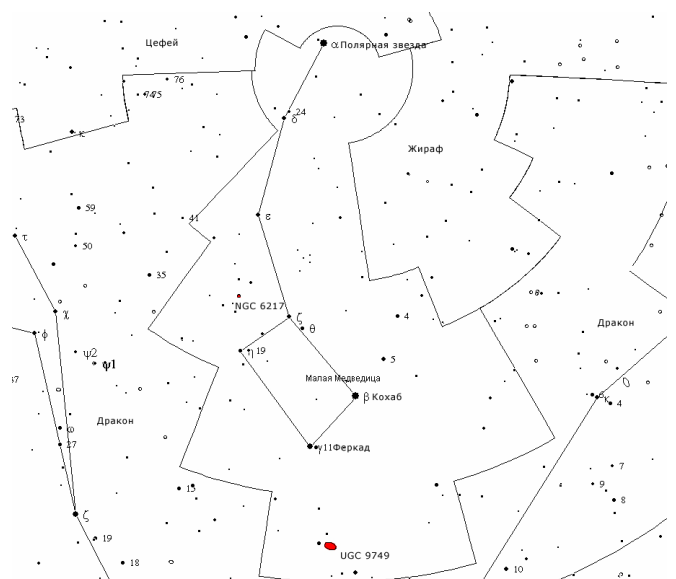
NGC 6217 Credit: NASA, ESA, and the Hubble SM4 ERO Team

Отметим галактику UGC 9749. Эта карликовая галактика спутник нашей Галактики. На небе галактика занимает большую площадь 27.3'x16', яркость галактики UGC 9749 составляет 10.9 зв.в.. Но любителям астрономии из-за малой поверхностной яркости эта галактика для наблюдений в телескоп не доступна. Но если только астрофотографам, да и то, на снимке будет разреженное скопление звезд теряющееся на фоне звезд нашей Галактики. Галактику UGC 8749 открыта в Ловеллской обсерватории в 1954 году. Эта галактика получила название Ursa Minor Dwarf.



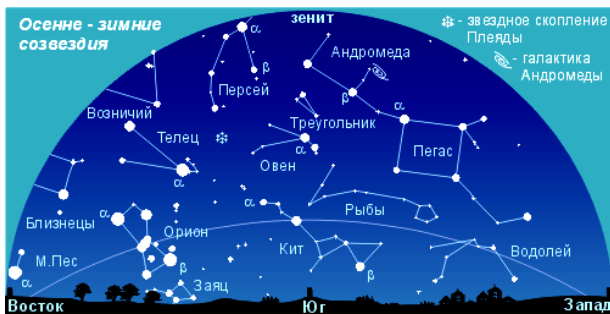
Полярная звезда

Из-за прецессии Полярная звезда не всегда находилась рядом с Северным полюсом мира (сейчас расстояние от звезды до полюса мира составляет в районе 40'), ранее с 1500 г. до н.э. по 300 г. ближайшей звездой к полюсу была β Малой Медведицы Кохаб, что по-арабски означает "северная звезда". Но вернемся к самому созвездию Малая Медведица. В античную астрономию ввел это созвездие философ и математик Фалес Милетский. По легендам в это созвездие был



**Виталий Шведун, любитель астрономии**  
 Публикуется с любезного разрешения автора  
 Веб-версия статьи на сайте <http://shvedun.ru>

## Февраль - 2010



### Обзор месяца

**Основными астрономическими событиями месяца являются:**

- 8 февраля - Венера южнее Нептуна
- 9 февраля - Покрытие звезды лямбда Стрельца Луной
- 15 февраля - Нептун в соединении с Солнцем
- 17 февраля - Венера южнее Юпитера
- 17 февраля - Веста в противостоянии с Солнцем
- 27 февраля - Меркурий южнее Нептуна
- 28 февраля - Юпитер в соединении с Солнцем

**Солнце** движется по созвездию Козерога до 16 февраля, а затем переходит в созвездие Водолея. Склонение центрального светила постепенно растет, а продолжительность дня быстро увеличивается, достигая к концу месяца 10 часов 38 минут на **широте Москвы**. Полуденная высота Солнца за месяц на этой широте увеличится с 17 до 26 градусов. Наблюдения пяти и других образований на поверхности дневного светила можно проводить практически в любой телескоп или бинокль и даже невооруженным глазом (если пятна достаточно крупные). Но не забывайте **применять солнечный фильтр**, надетый на объектив Вашего инструмента!

**Луна** начнет свой путь по февральскому небу в созвездии Секстанта при фазе 0,95, вскоре перейдя в созвездие Льва, где пробудет около суток. К полуночи 3 февраля по московскому времени яркий лунный диск при фазе 0,8 пройдет в 8 градусах южнее Сатурна, перемещаясь уже по созвездию Девы. В течение последующих суток ночное светило заденет границу созвездия Ворона и к полуночи 4 февраля сблизится со звездой Спика, уменьшив фазу до 0,7.

5 и 6 февраля Луна будет находиться в созвездии Весов, приняв здесь фазу последней четверти. Быстро изменяя фазу, лунный полудиск, превратится в большой серп, путешествуя по созвездию Скорпиона 7 февраля. В конце этих суток произойдет сближение Луны ( $\Phi = 0,32$ ) с Антаресом до полградуса (звезда будет находиться южнее).

8 февраля лунный серп потратит на пересечение созвездия Змееносца, а затем начнет трехдневное путешествие по созвездию Стрельца. Здесь в ночь с 9 на 10 февраля произойдет покрытие достаточно яркой звезды лямбда Стрельца. Около полуночи 12 февраля Луна пересечет границу созвездия Козерога и через несколько часов вступит в соединение с Меркурием при фазе 0,03. В созвездии Козерога Луна пробудет более двух суток и здесь же примет фазу новолуния 14 февраля.

Затем тонкий растущий серп появится на вечернем небе (в созвездии Водолея) и для любителей наблюдать самую небольшую фазу Луны вечер 16 февраля будет самым удобным временем. Тем более что рядом будут находиться Юпитер и Венера - самые яркие планеты на земном небе.

Около полуночи 17 февраля Луна ( $\Phi = 0,02$ ) пересечет границу созвездий Водолея и Рыб, сблизившись к вечеру

этого дня с Ураном. В созвездии Рыб растущий серп задержится почти на четверо суток, что является наиболее продолжительным временем нахождения Луны в одном созвездии. В созвездии Овна ночное светило вступит 19 февраля при фазе 0,25, а уже при достижении его (созвездия) восточной границы примет вид полудиска. Фаза первой четверти (22 февраля) наступит уже в созвездии Тельца, когда Луна покроет слабые звезды рассеянного звездного скопления Плеяды.

Через двое суток лунный овал при фазе 0,7 приблизится к границе созвездия Близнецов, в которое перейдет 24 февраля. Следующим созвездием на пути Луны будет созвездие Рака, где находится планета Марс, и с которой Луна сблизится 26 февраля при фазе 0,9. Это сближение произойдет после 10 дневной «разлуки» ночного светила с планетами. 27 февраля почти полная Луна перейдет в созвездие Льва, а после полуночи 28 февраля пройдет в 4 градусах южнее Регула.

К вечеру завершающего дня завершающего зимнего месяца Луна примет фазу полнолуния и закончит свой путь по февральскому небу, встречая весну.

**Из больших планет Солнечной системы** в феврале можно будет наблюдать все, но в различные декады месяца. Наилучшей видимостью обладают Марс и Сатурн, которые находятся близ противостояния с Солнцем.

**Меркурий** виден в самом начале месяца на фоне утренней зари в созвездии Стрельца, но через несколько дней (в средних широтах) скрывается в лучах восходящего Солнца. Хотя его элонгация в это время составляет около 20 градусов, но меньшее, чем у Солнца, склонение не позволяет планете наблюдаться на сумеречном небе, как это можно в южном полушарии Земли.

Но и в дни возможного наблюдения, Меркурий представляет из себя крохотный овал с угловым диаметром около 6 секунд дуги с фазой около 0,7 (блеск -0,2m). Весь месяц планета обладает прямым движением, 10 февраля переходя из созвездия Стрельца в созвездие Козерога, а 27 февраля - в созвездие Водолея.

**Венера** в начале месяца не видна, но в завершающую десятидневку месяца ее можно будет отыскать в лучах вечерней зари в виде яркой звезды с блеском -3,7m. В телескоп можно увидеть белый диск с видимым диаметром 10 угловых секунд. До 9 февраля планета будет перемещаться по созвездию Козерога, а затем перейдет в созвездие Водолея и останется в нем до конца месяца. Весь месяц Венера обладает прямым движением.

**Марс**, наоборот, движется весь месяц попятно по созвездию Рака. Для загадочной планеты февраль - благоприятный месяц для наблюдений (видимость всю ночь), т.к. она имеет достаточно большой видимый диаметр около 14 угловых секунд и блеск около -1m.

**Юпитер** весь месяц перемещается по созвездию Водолея. Газовый гигант обладает прямым движением, наблюдаясь около часа в начале месяца, а к его середине скрываясь в лучах вечерней зари. Юпитер имеет вид звезды с блеском около -2m, а телескоп виден диск диаметром около 34 секунд дуги. В самом конце месяца планета вступает в соединение с Солнцем.

**Сатурн** (+0,6m) наблюдается в созвездии Девы большую часть ночи (более 10 часов). Планета движется попятно, приближаясь к своему противостоянию. В телескоп виден диск планеты (около 20 угловых секунд) с некоторыми деталями поверхности. Кольцо Сатурна имеет весьма тонкий вид, но постепенно угол его раскрытия увеличивается.

**Уран (+6m)** перемещается прямым движением по созвездию Рыб. Он может быть найден невооруженным глазом в отсутствие Луны и с наступлением темноты в начале месяца, когда обладает видимостью более трех часов.

**Нептун (+8m)** наблюдается непродолжительное время по вечерам (в начале месяца) в созвездии Козерога. К 5 февраля вечерняя видимость планеты заканчивается, а 15 февраля Нептун вступает в соединение с Солнцем. Самые далекие планеты можно отыскать среди звезд с помощью звездных карт в КН\_01\_2010 (см. ссылку на второй странице обложки) или АК\_2010 <http://astronet.ru/db/msg/1237912>.

**Из комет** можно отметить P/Wild (81P) в созвездии Девы и Siding Spring (C/2007 Q3) в созвездии Волопаса.

**Из астероидов** ярче других будет Веста. Она видна в созвездии Льва и достигнет максимума блеска 6m в период противостояния 17 февраля, когда будет находиться всего в четверти градуса от звезды гамма Leo. Весь месяц ее можно будет отыскать невооруженным глазом при ясном небе и в отсутствии Луны.

Подробности о телах Солнечной системы имеются на сайте <http://galspace.spb.ru/>

**Среди ярких долгопериодических переменных звезд** (до 8m) максимума блеска достигнут: R Sae (7,9m) и R Uma (7,5m) 1 февраля, R Peg (7,8m) 2 февраля, T Hya (7,8m) 3 февраля, RS Sco (7,0m) 7 февраля, RS Lib (7,5m) 8 февраля, X Mon (7,4m) 9 февраля, R Cyg (7,5m) 11 февраля, S Vir (7,0m) 14 февраля, S Uma (7,8m) 15 февраля, W And (7,4m) 19 февраля, U Ori (6,3m) 23 февраля, R Oph (7,6 m) 23 февраля. Данные о других переменных имеются в таблице КН на февраль 2010 года (см. ссылку на второй странице обложки).

### Покрытие звезды лямбда Стрельца Луной 09.02.2010

9 февраля 2010 года в Восточной Сибири и Приморье можно будет наблюдать покрытие звезды лямбда Стрельца (2,8m) Луной при фазе 0,2. Покрытие произойдет в 23 часа 33 минуты по всемирному времени, когда на указанной территории уже наступит утро 10 февраля.

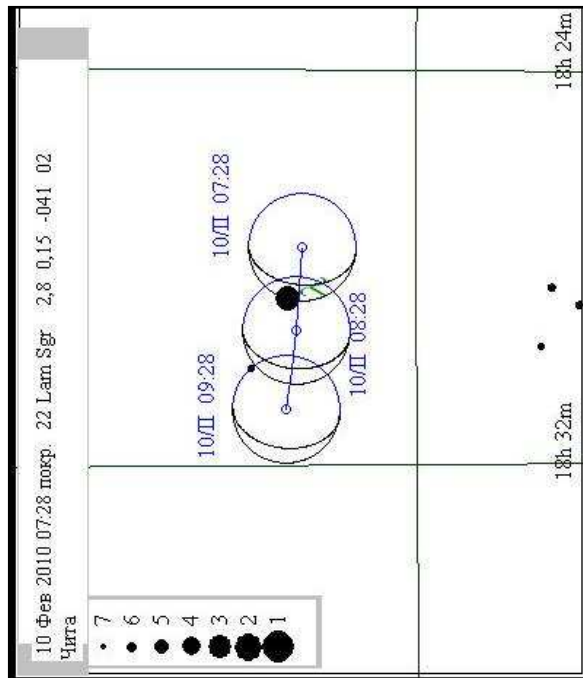
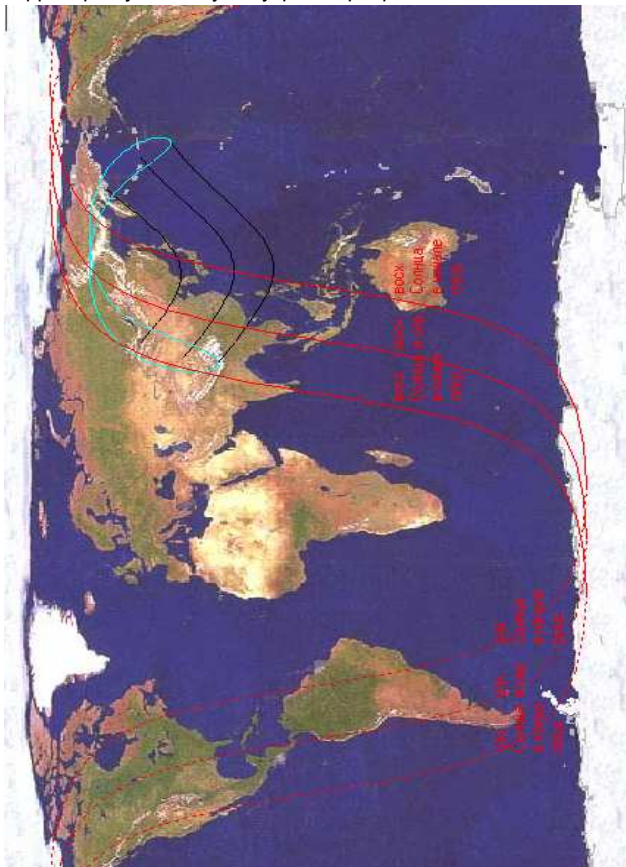
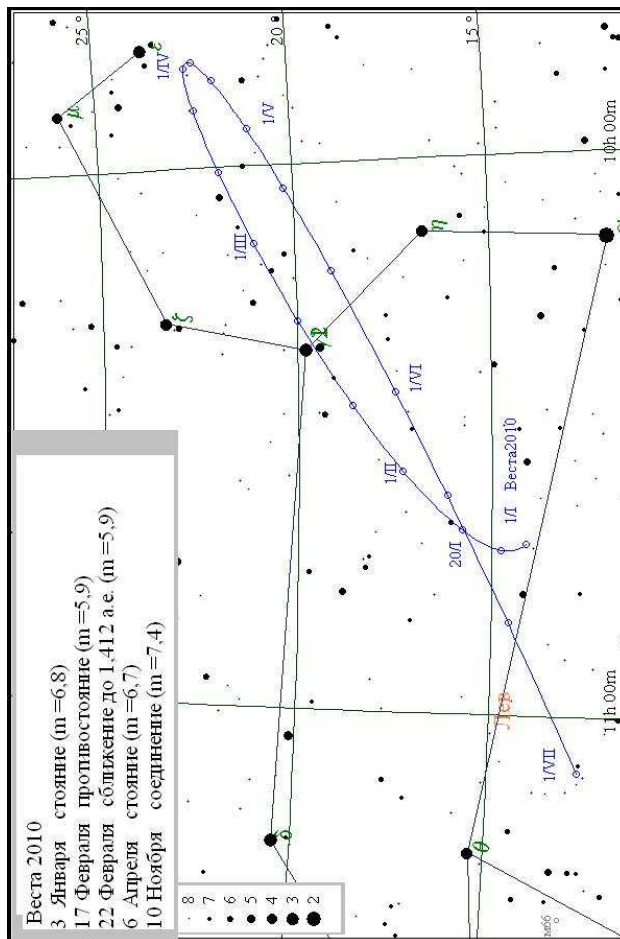


схема покрытия для Читы, время местное

### Противостояние астероида Веста 17.02.2010



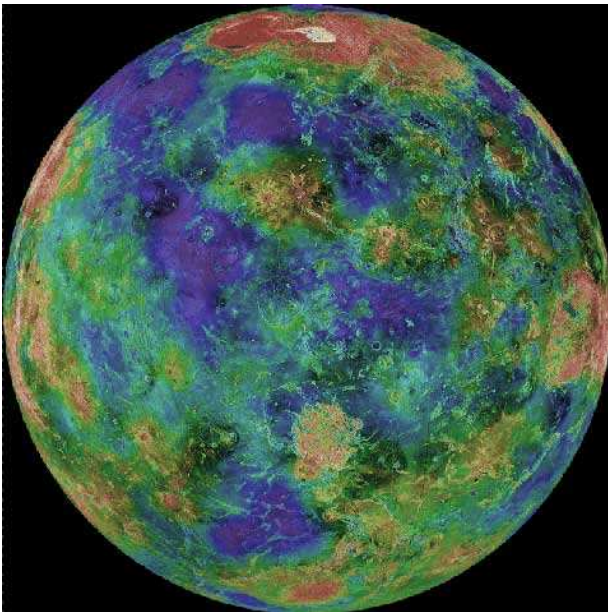
Оперативные сведения о явлениях и новых объектах имеются на [AstroAlert \(http://astroalert.ka-dar.ru/\)](http://astroalert.ka-dar.ru/), а также на форуме Старлаб <http://www.starlab.ru/forumdisplay.php?f=11> **Ясного неба и успешных наблюдений!**

**Эфемериды планет, комет и астероидов имеются в Календаре наблюдателя № 02 2010 год** (ссылка на 2 стр. обложки).

**Александр Козловский**

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

## Инопланетные святцы



Карта Венеры. Изображение с <http://astronet.ru/db/msg/1162666>

Уважаемые коллеги!

Предлагаю Вашему вниманию новую научно-популярную статью «Инопланетные святцы», опубликованную в январском номере журнала «Вокруг света» (стр. 68 – 77). В ней рассказывается о названиях деталей рельефа на планетах и спутниках.

Основные разделы статьи:

**ШЕКСПИР И АСТРОНОМЫ** (ирония английского драматурга по поводу взнесенных названий и первые карты Луны, созданные в его эпоху);

**НЕПРИМЕТНЫЙ ГАЛИЛЕЙ** (истоки современной системы имен на Луне);

**ОТКУДА БЕРУТСЯ НАЗВАНИЯ** (как работает группа Международного астрономического союза, присваивающая наименования в Солнечной системе);

**ЖЕНЩИНАМИ ПОЛНАЯ ВЕНЕРА** (на планете с наибольшим числом названий – только женские имена);

**КУРОРТЫ, ШАХТЫ И ЛЮБОВЬ** (почему источники имен для кратеров на астероидах весьма разнообразны).

**ШЕКСПИРОВСКАЯ СВИТА УРАНА** (названия деталей рельефа на спутниках Урана взяты из пьес Шекспира).

**КОРАБЛИ В МОРЕ ИСКУССТВ** (имена на Меркурии связаны с исследовательскими кораблями и с деятелями культуры).

Дополнительные разделы:

**КРАТЕР ИМЕНИ ДВУХ БАЛЕРИН** (как был назван кратер Данилова на Венере),

**АРАБСКИЕ СКАЗКИ ЭНЦЕЛАДА** (имена персонажей из «Тысячи и одной ночи» на ледяном спутнике Сатурна);

**ПЕРЕЧЕНЬ ИСТОЧНИКОВ НАЗВАНИЙ** для деталей рельефа планет и спутников – с фотографиями общего вида 11 планетных тел.

В статье 16 иллюстраций:

– карта высот одного полушария Венеры с примерами названий деталей разного типа;

– фото проф. Тобиаса Оуэна (США), который 32 года возглавлял работы по наименованиям во внешней части Солнечной системы;

– видимое полушарие Луны на рисунке Галилея 1609 г. – без названий;

– видимое полушарие Луны на карте 2008 г. по данным японского спутника «Кагуя» – названия иероглифами;

– детальный снимок дюн в лабиринте Ночи на Марсе;

– общий вид лабиринта Ночи – названий с таким термином очень мало;

– Данилова – кратер на Венере;

– фото балерины Александры Даниловой (1928), чьим именем назван кратер на Венере;

– северная часть Энцелада, спутника Сатурна, с подписями нескольких названий;

– астероид Эрос с указанием названий нескольких кратеров;

– астероид Эрос с «кривой» сеткой параллелей и меридианов;

– роста числа названий на планетах с 1940 по 2010 г. (авторский график);

– количество названий на планетах и спутниках (авторская диаграмма);

– уступ Дискавери на Меркурии;

– Рембрандт – крупнейший кратер Меркурия;

– автопортрет Рембрандта с женой Саскией, чьим именем назван кратер на Венере.

Номер журнала имеется в розничной продаже до конца января по цене от 80 до 110 руб., он есть также в Интернет-магазине: <http://www.vokrugsveta.ru/shop/>

Небольшой отрывок из статьи (вводный раздел) приведен на Интернет-сайте журнала "Вокруг света": <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6823/>

В конце марта по этому же адресу будет размещен полный текст статьи с несколькими иллюстрациями.

**Бурба Георгий Александрович,**  
кандидат географических наук

<http://www.vokrugsveta.ru/authors/183/>

## И еще... О ПАРАДОКСЕ БЛИЗНЕЦОВ

Уважаемая редакция!

В №12 Вашего журнала я прочитал письмо Ксении Александровой, являющееся ответом на мои рассуждения по поводу «парадокса близнецов». С одной стороны приятно, что завязалась дискуссия – это всегда интересно. Однако, не претендуя на владение истиной в последней инстанции и не пытаясь любой ценой доказать свою правоту, я все же полагаю, что в утверждениях г-жи Александровой имеются противоречия, причем, что интересно, именно такие, какие она усмотрела в моих рассуждениях.

Г-жа Александрова пишет, в частности, буквально следующее: «...В системе координат связанной с движущимся наблюдателем с увеличением скорости увеличивается энергия системы, ее масса и замедляется ход времени. Поэтому о равноправии наблюдателей А и В говорить не приходится». Давайте уточним: движущимся относительно чего или кого? Насколько мне известно, СТО не отменяет принцип относительности Галилея, согласно которому все инерциальные системы равноправны, и все процессы в этих системах происходят одинаковым образом. А из рассуждений г-жи Александровой можно сделать вывод, что она полагает абсолютным если не время (как это, по моему мнению, имеет место у меня), то движение и его скорость. Пока я не увижу своими глазами в серьезной литературе, что СТО опровергает принцип относительности и приводит при этом убедительные аргументы, я с таким утверждением не могу согласиться. Добавлю также, что в известной мне литературе релятивистское

замедление времени и связанный с ним «парадокс близнецов» связывают не с увеличением энергии и массы движущейся системы, а с самим фактом движения одной системы относительно другой с большой скоростью. При этом факт относительности замедления времени при однородном взаимном движении систем как бы и не оспаривается, а «парадокс близнецов» возникает при изменении характера движения одной системы относительно другой. Таким образом, приводимые г-жой Александровой аргументы не соответствуют тем, какие используются авторами литературы по вопросам СТО, и являются результатом ее личного понимания сути дела. Точно так же, как и мои, понимается. Однако аргументированного возражения по сути моим рассуждениям я в ее утверждениях не обнаружил.

Благодарю Вас за возможность дискуссии. Поздравляю с Новым Годом и Рождеством, желаю успехов и процветания Вашему журналу.

P.S. В статье «Астрономия на бельевых веревках» (с.28) упоминается «украинский журнал любителей астрономии – в прекрасной полиграфии, недорогой». Полагаю, речь идет о действительно замечательном журнале «Вселенная. Пространство. Время». С удовольствием приобретаю его, когда могу. К сожалению, даже в таком крупном городе, как Львов, приобрести его не всегда просто. А в электронном виде я его вообще не нашел. Тем не менее желаю Вам «догнать и перегнать» этот журнал, как говаривали в свое время советские лидеры касательно соревнования между СССР и США, во всех отношениях – в конце концов, это в моих интересах и вообще в интересах читателей. Ю.Г.

С уважением,  
Юрий Гаськевич, любитель астрономии

# Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

## 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!

**Астрономический календарь на 2010 год**

<http://astronet.ru/db/msg/1237912>



## ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ АСТРОНОМИЯ

<http://dvastronom.ru>

## Два стрельца

<http://shvedun.ru>

<http://naedine.org>

### Наедине с Космосом

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

<http://astroexperiment.ru>

## Астрономические опыты

Астрономия

Азбука  
неба

Самodelки

Фотоальбом

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

## REALSKY

Астрономический online-журнал

<http://www.realsky.ru>

<http://meteoweb.ru>

Мы расскажем о погоде все!

## Meteoweb.ru

- главная страница
- о проекте
- написать нам
- ФОРУМЫ ПРОЕКТА
- объявления

- погода в Москве
- погода в регионах
- фотодневник погоды
- прогноз погоды на октябрь
- что наблюдать в октябре?

## Знания - сила

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

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

Это твоя жизнь, тебе решать...

<http://astrocast.ru/astrocast>

Как ее прожить, как поступить...

## ASTROCAST

Это твой путь...

Это твой выбор, либо ты играешь, либо ты выигрываешь...

### Как оформить подписку на бесплатный астрономический журнал «Небосвод»

Подписку можно оформить в двух вариантах: печатном (принтерном) и электронном. На печатный вариант могут подписаться любители астрономии, у которых нет Интернета (или иной возможности получить журнал) прислав обычное почтовое письмо на адрес редакции: **461675, Россия, Оренбургская область, Северный район, с. Камышлинка, Козловскому Александру Николаевичу**

На этот же адрес можно присылать рукописные и отпечатанные на принтере материалы для публикации. Рукописи и печатные материалы не возвращаются, поэтому присылайте копии, если Вам нужен оригинал.

На электронный вариант в формате pdf можно подписаться (запросить все предыдущие номера) по e-mail редакции журнала [nebosvod\\_journal@mail.ru](mailto:nebosvod_journal@mail.ru) (резервный e-mail: [sev\\_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru](mailto:sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru))

Тема сообщения - «Подписка на журнал «Небосвод». Все номера можно скачать по ссылкам на 2 стр. обложки



# Вид неба из двух полушарий

