

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

Судьба планетных систем



07'13
Июль

Вычисление периода переменной звезды История астрономии (1929 - 1931)

Астрономические сообщения 19 века

"Ars Astronomica" - Астрономическое искусство Итоги конкурса "Лучшая фотография кометы C/2011 L4 (PANSTARRS)"

Астероид Zimin из семейства Весты Наблюдение Персеид - это просто!

Небо над нами: АВГУСТ - 2013

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



Астрономический календарь на 2005 год (архив – 1,3 Мб)
<http://files.mail.ru/79C92C0B0BB44ED0AAED7036CCB728C5>

Астрономический календарь на 2006 год (архив - 2 Мб) <http://astronet.ru/db/msg/1208871>

Астрономический календарь на 2007 год (архив - 2 Мб) <http://astronet.ru/db/msg/1216757>

Астрономический календарь на 2008 год (архив - 4,1 Мб) <http://astronet.ru/db/msg/1223333>

Астрономический календарь на 2009 год (архив – 4,1 Мб) <http://astronet.ru/db/msg/1232691>

Астрономический календарь на 2010 год <http://astronet.ru/db/msg/1237912>

Астрономический календарь на 2011 год <http://astronet.ru/db/msg/1250439>

Астрономический календарь на 2012 год <http://astronet.ru/db/msg/1254282>

Астрономический календарь на 2013 год <http://astronet.ru/db/msg/1256315>

Астрономический календарь на 2014 год <http://astronet.ru/db/msg/1283238>

Астрономические явления до 2050 года <http://astronet.ru/db/msg/1280744>

Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1211721>

Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1228001>

Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)
<http://astronet.ru/db/msg/1236635>

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>

Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1217007>

Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1219122>

Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)
<http://www.astronet.ru/db/msg/1225438>

Противостояния Марса 2005 - 2012 годы (архив - 2 Мб)
http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip

Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!

КН на июль 2013 года <http://images.astronet.ru/pubd/2013/05/26/0001288138/kn072013pdf.zip>

КН на август 2013 года <http://images.astronet.ru/pubd/2013/06/23/0001289433/kn082013pdf.zip>

'Астрономия для всех: небесный курьер' http://content.mail.ru/pages/p_19436.html

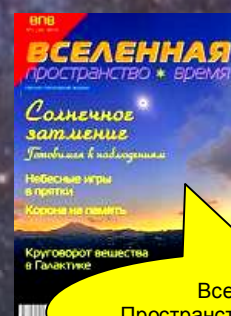
Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с 48-летней историей
<http://earth-and-universe.narod.ru>



«Астрономическая газета»
<http://www.astro.websib.ru/astro/AstroGazeta/astrogazeta>
и http://urfak.petrstu.ru/astronomy_archive/



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



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

Вселенная.
Пространство. Время
<http://wseleanna.com/>



<http://lenta.ru/>

<http://www.astronomy.ru/forum>



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

<http://www.astronet.ru/db/sect/300000013>

<http://www.astrogalaxy.ru> (создан редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

<http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm>

<http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN> (журнал + все номера КН)

<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>

<http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=3606936> (все номера)

ссылки на новые номера - на основных астрофорумах...

Уважаемые любители астрономии!

Начало июля характерно для средней полосы страны светлыми ночами и высокой вероятностью появления серебристых облаков. Тем не менее, самый жаркий месяц года является переходным от непрекращающихся сумерек (в средних широтах) к глубокому звездному небу. В конце июля наблюдателям, наконец, представится возможность зафиксировать наиболее слабые небесные объекты, которые утопают в сумеречной засветке в первую половину лета. На широте Москвы утренние и вечерние сумерки перестанут сливаться после 22 июля. Но, не смотря на светлое небо, в июле можно будет пронаблюдать ряд интересных явлений, и первым будет прохождение Венеры по северной части звездного скопления Ясли (M44) 3 июля. Покрытие Луной Меркурия 8 июля наблюдать не удастся из-за близости к Солнцу, зато максимум блеска переменной звезды омикрон Кита в середине июля придется на благоприятный период ее наблюдения. Эту звезду легко можно будет найти невооруженным глазом во второй половине ночи. В третьей декаде месяца на утреннем небе будет проходить мини-парад трех планет: Меркурия, Марса и Юпитера, причем Марс сблизится с Юпитером до градуса. В самом конце месяца появится возможность наблюдать Уран невооруженным глазом (и благодаря глубокому темному небу, и благодаря приближению Луны к новолунию). Из астрономических мероприятий месяца хочется отметить проведение Летней Астрономической школы с 24 июня по 14 июля в Санкт-Петербурге. Подробности можно узнать на <http://www.astronet.ru>. В материалах данного номера журнала профессиональные астрономы расскажут читателям о формировании планетных систем у различных звезд, и проведут подробный анализ вычисления периода переменных звезд. Среди статей от любителей астрономии: освещение очередного периода истории науки о звездах и подведение итогов конкурса астрофотографий кометы C/2011 L4 (PANSTARRS). Подготовиться к приближающемуся августовскому звездопаду из созвездия Персея вам поможет статья «Наблюдение Персеид – это просто!». Присылайте результаты вашего изучения этого потока в журнал «Небосвод». Ясного неба и успешных наблюдений!

Искренне Ваш Александр Козловский

Содержание

- 4 **Небесный курьер** (новости астрономии)
- 5 **Судьба планетных систем**
Г. М. Рудницкий
- 13 **Вычисление периода переменной звезды**
Иван Леонидович Андронов
- 19 **История астрономии (1929 - 1931)**
Анатолий Максименко
- 27 **Астрономические сообщения 19 века**
Валентин Ефимович Корнеев
- 29 **"Ars Astronomica" – Астрономическое искусство**
Иван Леонидович Андронов
- 30 **Итоги конкурса "Лучшая фотография кометы C/2011 L4 (PANSTARRS)"**
Валерия Силантьева
- 33 **Астероид Zimin из семейства Весты**
Наталья Дёмина
- 35 **Наблюдение Персеид – это просто!**
К. Морозов
- 38 **Двойная звезда альфа Геркулеса**
- 39 **Небо над нами: АВГУСТ – 2013**
Александр Козловский

<http://video.mail.ru/mail/alwaechter/56/672.html>

Обложка: Большое Магелланово Облако
(<http://www.astronet.ru/>)

У португальского мореплавателя 16-го века Фернандо Магеллана и его команды, совершивших первое кругосветное плавание, было много времени для изучения южного неба. В результате два похожих на облака объекта, которые легко увидеть наблюдателям в южном полушарии, стали известны под названием Магеллановы Облака. Конечно, теперь известно, что эти звездные облака являются карликовыми неправильными галактиками, спутниками нашей огромной спиральной галактики Млечный Путь. Большое Магелланово Облако (БМО) находится на расстоянии около 160 тысяч световых лет в созвездии Золотой Рыбы, оно показано на этом удивительно глубоком, цветном аннотированном составном изображении. Это самая массивная из всех галактик-спутников Млечного Пути, ее размер – около 15 тысяч световых лет, и в ней вспыхнула самая близкая сверхновая нашего времени, SN 1987A. Хорошо заметное красноватое пятно левее центра картинки – это 30 Золотой Рыбы, или туманность Тарантул, гигантская область звездообразования размером около тысячи световых лет.

Авторы и права: Л. Комолли <http://www.astrosurf.com/comolli/index2.htm>, Л. Фонтана, Г. Гиольди и Е. Сордини
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

Дизайнер внутренних страниц: **Таранцов С.Н.** tsn-ast@yandex.ru

В работе над журналом могут участвовать все желающие **ЛА России и СНГ**

Е-mail редакции: nebosvod_journal@mail.ru, web - <http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,19722.0.html>

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

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

Сверстано 22.06.2013

© *Небосвод*, 2013

Затмит ли комета Невско-Новичонка Луну?



Комета C/2012 S1 ISON. Изображение NASA/ESA/L. Levay/STScI с сайта <http://www.universetoday.com>

Прогнозы яркости комет - весьма сложная задача астрономии. Достаточно вспомнить яркие и впечатляющие кометы Хиякутаке или Большую Комету 1910 года, от которых не ожидали столь эффектного зрелища. Другие же, как например, кометы Когоутека и Еленина обманули ожидания астрономов, и не оправдали прогнозов большой яркости. Естественно, что прогнозы большой яркости для кометы C/2012 S1 ISON (Невско-Новичонка), открытой 21 сентября 2012 года, возбудили большой интерес к ней не только в среде профессиональных астрономов. Но затмит ли эта комета полную Луну, как это было предсказано по самым оптимистичным прогнозам? На этот вопрос отвечает известный наблюдатель комет и ветеран среди охотников за кометами Джон Бортль (John Bortle).

Десятки новых комет открываются каждый год, но большинство из них остаются за пределами доступности любительским инструментам. И лишь иногда появляются видимые простым глазом кометы, подобные 2011 L4 PanSTARRS или 2012 F6 Lemmon. Оценки блеска кометы ISON с расстояния 6,7 а.е. позволили сделать вывод, что в перигелии при достижении минимального расстояния от Солнца 0,012 а.е. (1,1 млн.км.) небесная странница может достигнуть блеска яркости полной Луны! Но до перигелия с момента первых прогнозов максимальной яркости оставалось еще больше года, и предположения относительно блеска кометы, естественно, будут тем точнее, чем ближе к дате перигелия они даются.

Двигаясь к Солнцу из облака Орта, многие из комет с близким к центральному светилу перигелием поначалу имеют тенденцию вести себя в отношении блеска весьма обнадеживающе и позволяют проводить вполне оптимистичные расчеты пока они еще далеко от Солнца. Но реальную картину поведения кометы вблизи перигелия можно с большой уверенностью прогнозировать только тогда, когда они приближаются к Солнцу до 15-2.0 астрономических единиц. Поэтому открытие вдали от Солнца хвостатые странницы вполне могут нарушить предсказания, как это упоминалось выше, и принести разочарование в ожидании яркого небесного шоу.

Комета ISON имеет аналогичные характеристики со многими большими кометами прошлого с близким перигелием. Наблюдения в последние несколько месяцев показывают, что комета ISON несколько затормозилась в увеличении блеска, становится слабее против первоначальных прогнозов, оставаясь на уровне 16m (в 10000 раз более слабая, чем видимая невооруженным глазом). Но пока она еще находится между орбитами Юпитера и Марса в районе Пояса астероидов.

Бортль, тем не менее, придерживается оптимистичных прогнозов относительно максимальной яркости кометы ISON, т.к. она имеет чрезвычайно небольшое расстояние перигелия, и окончательные выводы делать еще рано. В данное время предсказать истинное поведение кометы в период прохождения перигелия особенно трудно. Тем не менее, охотник за кометами имеет осторожность

предположить, что небесная странница достигнет яркости, доступной невооруженному не ранее, чем за две или даже одной недели до прохождения перигелия. (Предварительные прогнозы говорили о достижении яркости кометы невооруженным глазом за 25 дней до перигелия. Прим.ред.). Поэтому комета Невско-Новичонка не станет впечатляющим объектом для наблюдений до прохождения перигелия. А сближение с Солнцем для этой кометы может оказаться весьма неприятным и далеко непредсказуемым.

Джон Бортль базирует свои прогнозы на наблюдении кометы в последнее время. Но сейчас комета находится на небесной сфере близко к Солнцу и наблюдения ее весьма затруднены, поэтому известный наблюдатель комет считает, что вопрос о выживании кометы после прохождения перигелия может решиться в сентябре, когда она снова станет доступна наблюдениям.

Но уже сейчас оптимистичные прогнозы делаются на основе наблюдений таких комет, как Икейя-Секи 1965 года (см, например, журнал «Небосвод» 2 - 2013), которая была видна невооруженным глазом и днем. Комета C/2011 W3 Lovejoy выжила после прохождения перигелия 16 декабря 2011 года, пройдя в 140000 км. от поверхности Солнца, чтобы стать сюрпризом для наблюдателей южного полушария Земли.

Так или иначе, комета ISON превысит в яркости отрицательную звездную величину, поставив ее в ряд с самыми яркими кометами, начиная с 1935 года. Если же комета Невско-Новичонка превысит в максимуме -10 звездную величину, то станет самой яркой среди комет этого периода. Однако эта максимальная яркость возможна только в течение нескольких часов, когда комета будет очень близкой к Солнцу и весьма трудной для наблюдений.

Бортль также отметил, что высказанное профессиональными астрономами предположение о будущей яркости кометы сравнимой с полной Луной (-12,5m) было быстро подхвачено прессой с утверждением, что комета должна быть видимой в такой яркости широком массам на дневном небе в конце ноября. Но комета ISON может повторить поведение кометы Когоутека в 1973 году, поэтому окончательные прогнозы можно будет делать только осенью. В июле - августе комета будет скрываться в солнечных лучах, в начале осени станет доступной для наблюдений в профессиональные телескопы, а в первых числах октября пересечет орбиту Марса и достигнет блеска +10m, став доступной для биноклей и небольших телескопов.

Это будет самый интересный период наблюдения кометы, когда все мыслимые и немыслимые прогнозы поведения кометы будут оправдываться или опровергаться. Если ISON переживет перигелий, наилучший вид кометы жители северного полушария Земли увидят 1 декабря на утреннем небе в созвездии Змееносца рядом с Меркурием, Сатурном и тонким серпом старой Луны. Хвост кометы менее прогнозируем, чем ее блеск, но возможно он будет самым запоминающимся в истории этой небесной странницы. Джон Бортль предсказывает 10 – 15-градусный хвост кометы после прохождения ею перигелия, но окончательно все выяснится в ноябре - декабре нынешнего года.

Захватывающая история с кометой Невско-Новичонка продолжается. Кто окажется прав и какой будет комета до и после перигелия выяснится уже осенью этого года. Но как бы там ни было, хочется отметить, что главное не в том, будет или не будет комета яркой и зрелищной. Главное в том, что кометы открывают наши соотечественники - любители астрономы, т.е. мы с вами, поднимая тем самым престиж астрономии России. Хочется выразить особую благодарность и Виталию и Артему и другим открывателям комет и других небесных тел за их неутомимый труд и преданность астрономии, и пожелать им новых столь же ярких открытий в будущем!

Козловский Александр, журнал «Небосвод»

По материалам: <http://www.universetoday.com/102976/will-comet-ison-dazzle-our-skies-an-expert-weighs-in>

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Судьба планетных систем



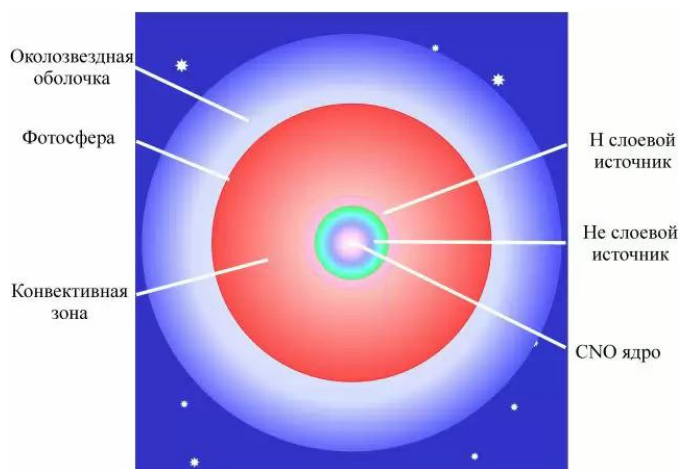
Взгляд художника на закат трёх светил на предполагаемом спутнике планеты HD 188753 A b. Изображение с http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Triple-star_sunset.jpg/250px-Triple-star_sunset.jpg

В средствах массовой информации любимые страшилки для широкой публики – вселенские катастрофы: [обвал земного климата](#), [падение астероида](#), [поглощение Солнечной системы черной дырой](#), [грядущий взрыв Солнца](#). Еще опасности из космоса, которыми порадовал журнал "Русская Америка": близкая вспышка сверхновой; возможно, таковой станет красный гигант Мира, который уже начал "подозрительно пульсировать". Этот гигант в несколько сотен раз больше Солнца, а чем больше звезда, "тем больше вероятность взрыва". Оставляя на "совести" авторов цитированных публикаций всякую ахинею, которая к науке отношения не имеет, попытаемся извлечь рациональное зерно: что же ожидает Солнце и нашу планетную систему в будущем – и не только нашу. В последние годы более чем у сотни близких звезд обнаружены планетные системы. Оказывается, и планеты не вечны. Особенно печальная судьба ждет планеты, близкие к своим звездам. Какая именно – об этом и говорится в данной статье.

Место красных гигантов в эволюции звезд

Солнце – рядовая звезда спектрального класса G2. Оно занимает место примерно в середине [диаграммы Герцшпрунга–Рессела](#) (Г–Р). По горизонтальной оси диаграммы отложен спектральный класс звезды, по вертикальной – светимость. Спектральный класс звезды определяется ее температурой. Наиболее горячие звезды расположены в левой части диаграммы Г–Р, наиболее холодные – в правой. Однако точки, изображающие звезды, не заполняют диаграмму равномерно. По диагонали диаграммы проходит полоса, где плотность точек наибольшая. Это так называемая [главная последовательность](#). Звезды на главной последовательности проводят большую часть своей жизни, но рано или поздно покидают ее, что бы перейти в другое состояние. В течение эволюции звезды меняются и ее температура, и ее светимость. Точка, соответствующая звезде, перемещается по диаграмме. Кривая, по которой перемещается точка – так называемый эволюционный трек звезды. Конечно, диаграмма Г–Р – это как бы застывший мгновенный снимок. Но [теория звездной эволюции](#) позволяет для звезды любой массы проследить ее эволюционный трек на диаграмме Г–Р. Области или полосы на диаграмме, наиболее заполненные звездами, могут рассказать о том, куда направляются звезды в течение своего жизненного пути – в том числе и после пребывания на главной последовательности диаграммы Г–Р.

Наше Солнце – одна из звезд главной последовательности – находится примерно в середине длительного стабильного этапа своей жизни. Возраст Солнца около 5 миллиардов лет, и за все время его светимость менялась не более чем на 30% без каких-либо резких скачков. Это позволило нашей планетной системе существовать в почти неизменных условиях, дало жизни возможность возникнуть и развиваться, по крайней мере, на одной планете Солнечной системы – на Земле. Однако в свое время – через примерно 5.7 млрд. лет – спокойная жизнь для Солнечной системы закончится. Согласно теории звездной эволюции, все звезды, имеющие массу от одной до нескольких масс Солнца (M_{\odot}), на заключительном этапе вступают в фазу [красного гиганта](#). Основная причина перехода к красному гиганту – перестройка процессов ядерного горения в недрах звезды. На главной последовательности основной источник энергии в звездах – превращение водорода в гелий.



Внутреннее строение красного гиганта. Все остальные изображения с <http://www.astronet.ru>

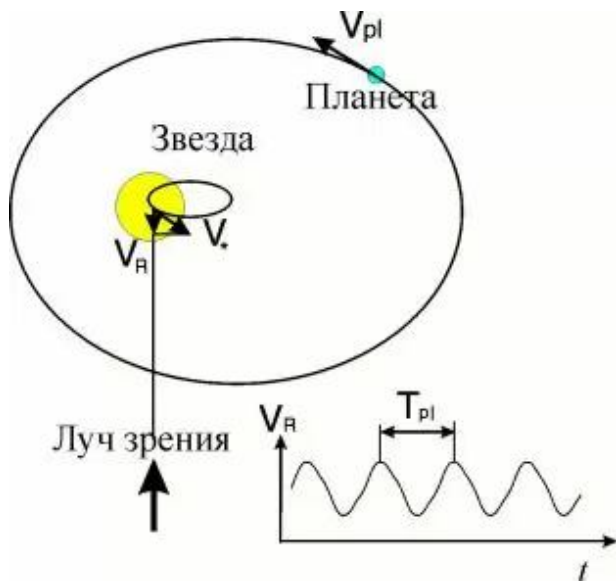
Когда в ядре звезды исчерпано водородное горючее, начинается сжатие ядра. Температура повышается до $\sim 10^8$ K, и становятся возможными ядерные реакции, приводящие к образованию из трех ядер гелия одного ядра углерода-12: $3\ ^4\text{He} \rightarrow\ ^{12}\text{C}$. Реакция углерода с гелием приводит к образованию кислорода: $^{12}\text{C} +\ ^4\text{He} \rightarrow\ ^{16}\text{O}$. Затем и гелий в ядре заканчивается. Звездное ядро к этому времени состоит в основном из углерода с примесью изотопов кислорода и более тяжелых элементов. В двух слоях, окружающих ядро, ядерные реакции продолжают: в прилегающей к ядру оболочке продолжает гореть гелий, в более внешней – водород. Радиус звезды увеличивается многократно, от величин порядка одного радиуса Солнца (R_{\odot}) до сотен R_{\odot} . У звезды развивается мощная [конвективная зона](#), которая занимает до 99.9% радиуса звезды (R_{\odot}). Температура поверхности падает до 2000–3000 K, но светимость возрастает за счет увеличения размеров звезды и достигает нескольких тысяч светимостей Солнца. В это время звезда быстро (звезды солнечной массы – за несколько миллионов лет) перемещается на диаграмме Г–Р с главной последовательности сначала на горизонтальную ветвь, где ее светимость меняется мало, а температура падает. Затем звезда вступает на ветвь красных гигантов, а затем поднимается еще выше, к вершине своей эволюции на диаграмме Г–Р и достигает [асимптотической ветви гигантов](#) (АВГ). АВГ была названа так потому, что звезды разных масс за разное время "асимптотически" приближаются примерно к одной и той же области диаграммы Г–Р.

Когда звезда находится на АВГ, она начинает интенсивно терять вещество. Образуется протяженная газопылевая

оболочка, которая, расширяясь, рассеивается в межзвездной среде. Скорость потери массы у разных звезд – красных гигантов может достигать 10^{-7} – $10^{-5} M_{\odot}$ /год. Стадия потери массы на АВГ – от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов лет – очень кратковременна по сравнению со временем жизни звезды солнечной массы на главной последовательности. Звезда с массой порядка солнечной растрчивает на АВГ значительную часть своего вещества. По мере того, как звезда освобождается от внешних холодных слоев, ее температура быстро растет, и звезда быстро смещается влево по диаграмме Г–Р. Этому состоянию соответствует ветвь Пост АВГ ("после асимптотической ветви"). В результате конвективная оболочка полностью сбрасывается, и от звезды остается вырожденное ядро – белый карлик с температурой поверхности до 50 000 К, который не имеет ядерных источников энергии и в последующем медленно остывает. Звезда на диаграмме Г–Р быстро "падает" вниз, в область белых карликов. Сброшенная околозвездная оболочка ионизируется под действием ультрафиолетового излучения горячего белого карлика и образует вокруг него планетарную туманность. Так заканчивают свой жизненный путь звезды солнечного типа. Впервые подобная идея была высказана советским астрофизиком И.С. Шкловским в 1956 г. (Астрон. журнал, т. 33, N 3, с. 315–329), который обратил внимание, что ядро красного гиганта – это готовый белый карлик, которому остается лишь освободиться от окружающей оболочки. В настоящее время эта схема эволюции является общепринятой.

О внесолнечных планетных системах

До недавнего времени Солнечная система оставалась единственной известной нам планетной системой во Вселенной. Как обнаружить планету около другой звезды? Самый прямой способ – поиск в окрестностях звезды при помощи крупного телескопа. Однако планета сама не светится, а лишь отражает свет звезды, причем малую его долю. Если планета близка к звезде, этот слабый отраженный свет будет "тонуть" в лучах самой звезды. Если же планета далеко, то отделить ее от звезды проще, но и отраженный свет окажется слабее. Прямые наблюдения планет около ближайших звезд – дело будущего, хотя и недалекого. Пока используются только косвенные методы поиска внесолнечных планет. Самый старый из них – астрометрический – поиск невидимых спутников по отклонениям в собственных движениях звезд на небесной сфере, к сожалению, не дал достоверных результатов.



Влияние планеты на лучевую скорость звезды V_R при движении вокруг общего центра тяжести

Другой метод обнаружения планет вокруг звезд использует эффект Доплера. В настоящее время этот метод – основной; им обнаружены почти все известные внесолнечные планетные системы. Если звезда имеет планету, обе они обращаются вокруг общего центра

тяжести. Звезда движется по малой орбите и с маленькой скоростью, планета – по большой орбите, с большой скоростью. Средняя скорость движения планет по орбитам – десятки километров в секунду, а скорость движения звезды вокруг центра тяжести под действием планеты – несколько метров или десятков метров в секунду. Задача состоит в том, чтобы по смещениям линий в спектре звезды измерить скорость этого движения.



Затмение звезды HD 209458 планетой (Copyright Lynette Cook)

Здесь наибольшие шансы на успех, если орбита планеты видна "с ребра". Тогда доплеровские смещения линий в спектре звезды, вызванные движением звезды вокруг общего центра тяжести системы, будут максимальными.

Еще один способ обнаружения планет вокруг других звезд – "затменный", или "транзитный". В этом методе наблюдатели ищут небольшие периодические ослабления блеска звезды, когда планета в своем движении проходит по диску звезды ("затмевает" звезду). И в этом случае (как и в доплеровском методе) необходимо, чтобы орбита планеты наблюдалась "с ребра", тогда есть шанс увидеть затмение. Если угол наклона плоскости орбиты к картинной плоскости i не очень сильно отличается от 90° , есть вероятность, что планета пройдет по диску звезды. Затмение может происходить только в узком диапазоне углов i вблизи 90° ; если оно наблюдается, то, зная примерно угловой размер диска звезды, сразу можно наложить жесткие ограничения на величину наклона орбиты и тем самым точнее оценить массу планеты. Планета гораздо меньше звезды и может закрыть только малую часть звездного диска. Поэтому блеск звезды во время затмения ослабнет очень немного, на тысячные доли звездной величины. Транзитный метод применяется для поиска планетных систем в рамках польско-американского эксперимента по поиску гравитационных линз [OGLE \(Optical Gravitational Lensing Experiment\)](#), первичной целью которого был поиск носителей "темной материи" по изменениям блеска звезд, когда объект проходит между звездой и Солнцем.

Наконец, разрабатываются проекты прямых наблюдений планет у других звезд. Планируется несколько космических миссий с такой задачей. Один из ближайших запусков, [миссия Кеплер](#), намечен NASA на 2006 год. NASA ведет также работу над проектом TPF – [Terrestrial Planet Finder](#) (Поиск планет земного типа). TPF будет иметь четыре зеркала по 3.5 м каждое и будет работать в режиме интерферометра инфракрасного диапазона. Запуск космического аппарата TPF может быть осуществлен после 2010 года. Другой проект разрабатывается Европейским космическим агентством, это космический интерферометр [Darwin](#). Он будет состоять из 10 отдельных телескопов, обращающихся на околоземной орбите вблизи друг друга. Телескопы будут связаны лазерной связью. Системы телескопов TPF и Darwin будут иметь чувствительность и

угловое разрешение во много раз выше крупнейших наземных инструментов. Тогда, возможно, удастся увидеть внесолнечные планеты непосредственно. Последнее десятилетие XX века – время настоящего прорыва в исследованиях других планетных систем. Доплеровские наблюдения над многими звездами, начатые на нескольких обсерваториях в 1991 году, принесли сенсационные результаты. Оказалось, что очень многие из близких к Солнцу звезд обладают планетными системами. Первая внесолнечная планета была открыта при помощи доплеровского метода в 1995 году Майором и Келозом (Женевская обсерватория) у звезды класса G2.5IV 51 Пегаса. С тех пор на 5 февраля 2005 г. было достоверно обнаружено [147 планет](#) в системах вокруг 128 звезд; есть звезды (их 15), у которых найдено по 2–4 планеты. Подробнее об истории открытия внесолнечных планетных систем можно прочитать здесь [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#).

Большинство найденных планетных систем совершенно не похожи на нашу. Найденные планеты по своим свойствам напоминают планеты-гиганты Солнечной системы. Сказывается эффект наблюдательной селекции. Во-первых, чем массивнее планета, тем больший эффект она будет оказывать на свою звезду и тем больше будут изменения лучевой скорости звезды. Легче всего открывать планеты порядка массы Юпитера ($1M_J \approx 0.001M_\odot$) или больше. Во-вторых, чем короче период обращения T_p , тем проще его обнаружить. При наблюдениях спектра звезды в течение месяца или двух уже можно увидеть периодические изменения в ее лучевой скорости, вызванные планетой. Некоторые планеты с массами 1–2 M_J имеют периоды обращения вокруг звезды чуть более суток, а их расстояние от звезды примерно в 40 раз меньше, чем расстояние от Земли до Солнца. Естественно, столь близкие к звездам планеты будут сильно нагреваться. Поэтому их называют "горячие Юпитеры".

Орбиты внесолнечных планет сильно различаются по величине эксцентриситета e . В Солнечной системе у большинства планет эксцентриситет орбиты небольшой. Так, у Земли орбита почти круговая, для нее $e = 0.0167$. Более всего вытянуты орбиты у Меркурия ($e = 0.21$) и Плутона ($e = 0.24$). В то же время в других планетных системах есть планеты с очень вытянутыми орбитами, с эксцентриситетом до 0.7. Блестящим подтверждением результатов доплеровского метода явилось наблюдение затмения у звезды HD 209458. У нее планета с массой 1.43 M_J была ранее обнаружена по изменениям лучевой скорости. Из найденных параметров орбиты были предсказаны ожидаемые моменты затмений. Продолжительность "затмения" – несколько часов. Планета у HD 209458 короткопериодическая, период обращения всего 3.5 суток; поэтому такие затмения можно наблюдать очень часто. Первые успешные результаты дал и транзитный метод в рамках программы OGLE: у четырех звезд солнечного типа найдены короткопериодические планеты.

Большинство звезд, у которых к настоящему времени открыты планеты, принадлежат к спектральным классам G главной последовательности; среди них есть также несколько красных карликов класса M. Обнаружение планет у красных гигантов – гораздо более трудная задача. Здесь не подходит ни один из перечисленных выше методов. Все известные яркие красные гиганты – звезды высокой светимости – находятся на расстояниях в сотни парсек от Земли. Их собственные движения очень малы. Для того чтобы найти в их движении малые отклонения, вызванные планетой, нужны сотни и тысячи лет высокоточных астрометрических наблюдений. Доплеровский метод годится лишь для относительно ранних красных гигантов, принадлежащих к спектральному классу K. Только у этих звезд можно найти в спектре достаточно узкие и резкие атомарные линии поглощения, которые дадут возможность измерять лучевую скорость звезды с необходимой точностью. Для более поздних звезд классов M, S, C с

переходом на АВГ доплеровский метод становится неприменимым. Безнадежно также искать затмения: планета закрывает малую часть огромного диска красного гиганта, и блеск звезды во время затмения ослабевает на ничтожную величину; собственные вариации блеска красных гигантов гораздо больше. Прямые наблюдения планет у красных гигантов опять-таки вряд ли возможны по причине большой удаленности этих звезд. Тем не менее, по косвенным признакам все же можно определить, обладает ли красный гигант на стадии АВГ планетой. Как – об этом говорится в следующих разделах.

Судьба планетной системы

Итак, после нескольких миллиардов лет, проведенных на главной последовательности, звезда с массой порядка солнечной перейдет в стадию красного гиганта. Радиус звезды возрастет сначала в несколько десятков, затем в несколько сотен раз и достигнет одной астрономической единицы. Если у звезды была планетная система, то на стадии АВГ более близкие планеты, с большими полуосями орбит $a < 1$ а. е., окажутся погруженными в атмосферу звезды. Планеты внутри зоны порядка одной астрономической единицы (в нашей системе это Меркурий и Венера) будут поглощены расширившейся атмосферой звезды, затормозятся в ней и, двигаясь по спиральной траектории к центру звезды, испарятся. Первыми сгорят "горячие Юпитеры", движущиеся на орбитах с большими полуосями в сотые доли астрономической единицы. Более удаленные планеты (такие, как Марс, Юпитер, Сатурн и т. д.), скорее всего, выживут. Неясна судьба планет на $a \sim 1$ а. е., в том числе Земли. Конечный результат в сильной степени зависит от принятой модели эволюции звезды, в том числе нашего Солнца. Изменение радиуса звезды на несколько процентов в сторону уменьшения может дать нашей планете шанс пережить стадию АВГ Солнца. Если же радиус красного гиганта Солнце окажется на несколько процентов больше, наша планета погибнет. Такое событие для стороннего наблюдателя может не пройти незамеченным. Пример тому – возможное поглощение планетной системы звездой [V838 Единорога](#). В 2002 году эта звезда испытала подряд три вспышки с интервалом в несколько месяцев. До вспышки V838 Единорога, вероятно всего, относилась к звездам главной последовательности класса F. После вспышки она эволюционирует к более низким температурам и более позднему спектральному классам. Большинство исследователей сочли звезду пекулярной новой. Была предложена и другая интерпретация: при быстром переходе к стадии красного гиганта [V838 Единорога поглотила одну за другой три планеты](#), обращающихся на близких орбитах; удалось, таким образом, застать редчайший момент гибели целой планетной системы.



Так может выглядеть планетная система Альдебарана ©right; John Whatmough 1998 (Extrasolar Visions)

Насколько часто могут наблюдаться подобные катастрофы? На сегодня поиск планетных систем доплеровским методом привел к открытию планет у нескольких красных гигантов и субгигантов спектральных классов К. Их параметры перечислены в таблице, составленной по данным [Каталога внесолнечных планет Медонской обсерватории, Франция](#). Среди проэволюционировавших звезд это, если можно так выразиться, еще "молодняк". Радиусы этих звезд от 4 до 23R_☉; они пока не "глотают" свои планеты, им только предстоит разрастись до размеров типичных звезд АВГ. Эти звезды находятся в начальной стадии перехода к красным гигантам. Планета с массой ~1M_J (не подтвержденная), возможно, обнаружена также у гиганта K5III [Альдебаран](#) (α Тельца), одной из наиболее ярких звезд зимнего неба. Радиус Альдебарана – половина расстояния от Солнца до Меркурия.

Таблица 1. Красные гиганты и субгиганты, у которых обнаружены планеты

Название	ι Дракона		ε Сетки	γ Цефея
HD	137759	47536	27442	222404
Спектр	K2III	K1III	K2IV	K1IV
Видимая звездная величина m_v	3.31	5.25	4.44	3.22
Расстояние, парсек	31	121	18	14
Масса звезды, M _☉	1.05	1.1–3.0	1.2	1.59
Радиус звезды, R _☉	13	23	4	5
Масса планеты $\times \sin i$, M _J	9–25	5–10	1.28	1.59
Период обращения планеты, суток	536	712	424	905
Большая полуось орбиты a, а.е.	1.3	2.25	1.18	2.03
Эксцентриситет e	0.7	0.2	0.058	0.2

Что планета может сделать со своей звездой?

Если планета пока не испарилась, что будет с ней, когда центральная звезда расширится почти до орбиты планеты? Планета, обращающаяся вокруг звезды с массой M~1M_☉ на расстоянии в 1 а.е., движется со скоростью V_{орб} ~ 30 км/с. Если звезда достигла АВГ, то планета оказывается погруженной в среду с температурой ~2000 К и плотностью ~10¹²–10¹³ см⁻³. При таких условиях скорость звука ~3.4 км/с. Движение планеты оказывается сильно сверхзвуковым, оно сходно с движением крупного метеоритного тела в атмосфере Земли. Образуется сильная коническая ударная волна, ионизирующая газ и нагревающая его до 10 000–15 000 К.

Верхняя атмосфера звезды АВГ – достаточно разреженный газ, если подходить к ней с мерками для атмосфер звезд главной последовательности: у основания хромосферы Солнца плотность достигает 10¹⁶ см⁻³. По земным понятиям, атмосфера красного гиганта – вообще глубокий вакуум. В столь разреженной среде планета хоть и тормозится, но не очень сильно. Оценки показывают, что в течение стадии АВГ (которая занимает не более одного миллиона лет) большая полуось планетной орбиты уменьшится из-за торможения не более чем на 20%. Масса планеты невелика по сравнению с массой звезды. Тем не менее, движение планеты типа Юпитера может оказать сильное влияние на саму звезду и на ее оболочку, сброшенную после перехода к белому карлику.

Первое, что может сделать планета, – раскрутить свою звезду. Когда звезда главной последовательности уходит в красные гиганты и расширяется в сотни раз, ее вращение из-за сохранения момента многократно замедляется. Однако известны достаточно быстро вращающиеся красные гиганты. Возможный механизм такого ускорения – передача момента оболочке звезды от планеты, которая тормозится в

атмосфере. Помимо непосредственного газодинамического воздействия ("сгребания" газа), планета оказывает приливное действие на звезду, что также способствует раскрутке. Пока звезда находится на АВГ, планета успеет значительно ускорить ее вращение. Известно, что угловой момент орбитального движения Юпитера в 100 раз превышает вращательный момент Солнца. Согласно расчетам Н. Сокера, когда Солнце достигнет стадии АВГ и Юпитер начнет эффективно передавать момент своего орбитального движения околосолнечной оболочке, скорость вращения оболочки одной десятой от скорости движения Юпитера по орбите (на расстоянии ~5 а. е. от центра Солнца).

Планета способна обогатить красный гигант редкими для звезд такого типа изотопами, например, литием-6. Этот изотоп образовался на ранних стадиях эволюции Вселенной. Литий-6 быстро выгорает в ядерных реакциях, а в проэволюционировавших звездах он должен был давно исчезнуть. В последнее время все большую популярность завоевывает [гипотеза](#), согласно которой литий мог попасть в атмосферу красного гиганта, когда звезда поглотила планету. В планете литий-6 хранился в "законсервированном" виде, пока планета не испарилась.

Планета, обращающаяся на подходящей орбите, может сделать красный гигант долгопериодической переменной звездой. Об этой возможности подробнее говорится в следующем разделе.

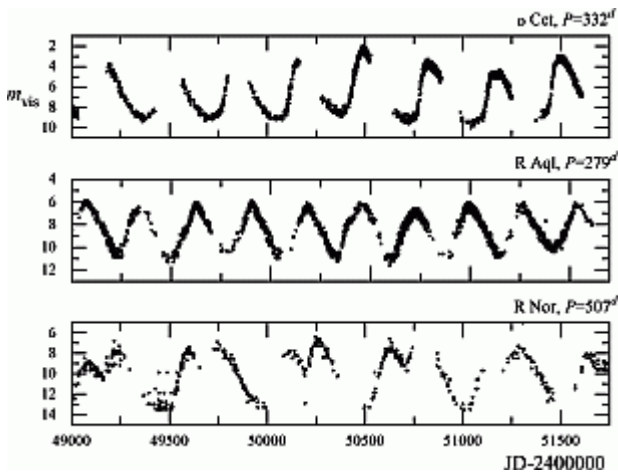
Близкие спутники оказывают серьезное влияние на процесс потери массы звездой. Движение планеты в верхней атмосфере и внутренней околосолнечной оболочке красного гиганта приводит к нагребанию газа и аккреции вещества на планету. Это, а также и ускорившееся вращение звезды, нарушают сферическую симметрию потока вещества, теряемого звездой. Возможно, влиянием близких спутников объясняются причудливые формы многих планетарных туманностей: [билоярные](#), в виде [отдельных струй](#) и даже [многоугольные](#).

Наконец, планеты могут проявить себя даже после образования планетарной туманности вокруг бывшего красного гиганта. К тому времени центральная звезда уже станет белым карликом. Так, Сокер предложил искать [в планетарных туманностях ионизованные следы планет](#). Излучение этих ионизованных "хвостов" может быть достаточно интенсивным для обнаружения современными наблюдательными средствами.

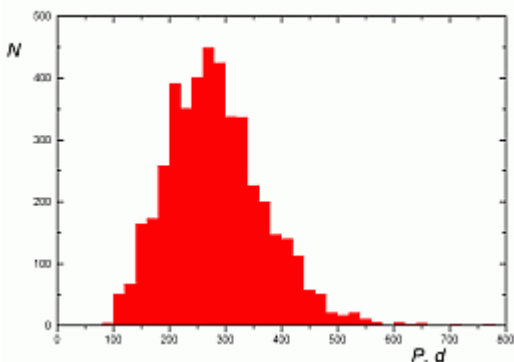
Мириды – красные гиганты с планетами?

Красные гиганты класса К непостоянны или слабо переменны. Не более 1% звезд К III принадлежит к подтвержденным переменным звездам. Однако, начиная со спектрального класса M1, доля переменных звезд возрастает. Многие красные гиганты на АВГ проявляют себя как переменные – [долгопериодические](#) (типа Миры Кита, или мириды) и полуправильные. Периоды (или точнее циклы) изменений блеска составляют от 100 до 600–700 и более суток. Амплитуды переменности у мирид достигают в видимой области спектра 10–11 звездных величин; в ИК-диапазоне вариации блеска значительно меньше и, например, в полосе K (эффективная длина волны 2.2 мкм) не превышают 0.5–0.6^m. У полуправильных красных гигантов визуальные амплитуды меньше 2.5 звездных величин, а характер изменений блеска менее регулярен, чем у мирид.

Примеры кривых блеска мирид и полуправильных переменных представлены на рис. 3 и 4, а распределение мирид по длине периода – на рис. 5; максимум распределения приходится на P = 284 дня. Кривые блеска полуправильных переменных весьма хаотичны; у мирид они более регулярны, однако и высота максимума, и период подвержены случайным изменениям. Анализ кривых блеска мирид показывает, что они состоят из смеси правильных колебаний и хаотических флуктуаций.

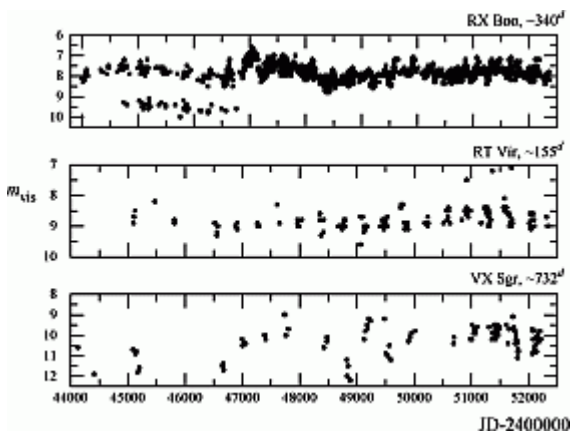


Кривые блеска переменных звезд типа Миры Кита - самой Миры (о Кита), R Орла и R Наугольника (по данным Французской ассоциации наблюдателей переменных звезд - AFOEV).



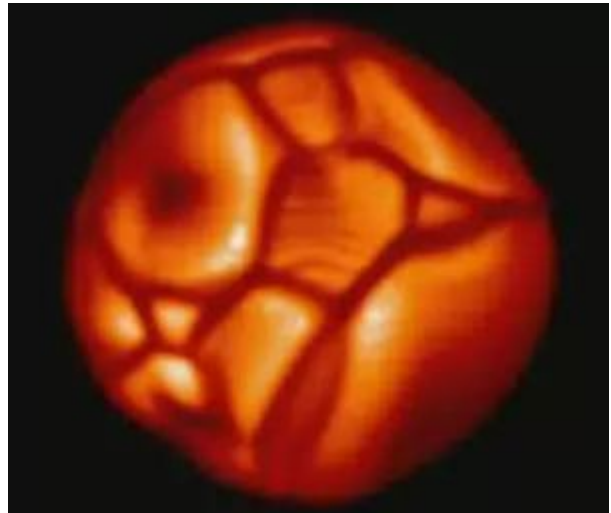
Распределение переменных типа Миры по периодам (по данным Общего каталога переменных звезд).

Механизм переменности звезд АВГ до конца не выяснен. Основная идея существующих работ: причиной переменности красных гигантов - мирид является изменение непрозрачности и (или) температуры атмосферных слоев, ответственных за основное излучение в континууме. В предыдущих моделях явно или неявно подразумевалось, что эти изменения вызваны периодическим прохождением ударных волн. В свою очередь, ударные волны создаются пульсациями звезды. Еще в 1950-е гг. делались попытки создать теорию переменности мирид, аналогичную теории для цефеид. Удовлетворительной модели пульсаций мирид нет до сих пор.



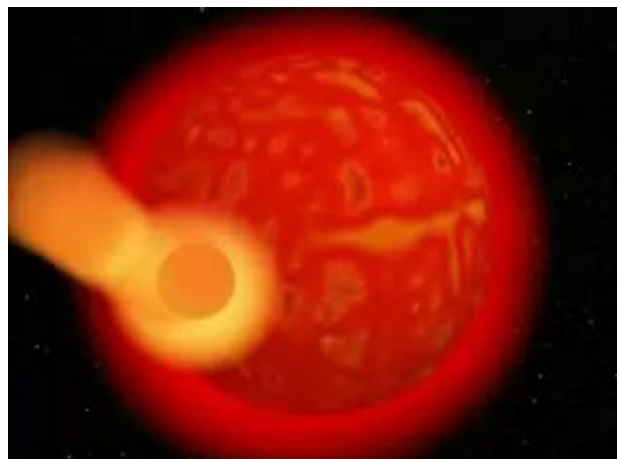
Кривые блеска полуправильных переменных звезд RX Волопаса, RT Девы и VX Стрельца (по данным AFOEV).

Имеется ряд работ с нетрадиционными объяснениями механизма переменности звезд типа Миры. Один из них - вращение красного гиганта с неоднородным распределением поверхностной яркости, с крупными темными конвективными ячейками.



Так может выглядеть красный гигант с крупными конвективными ячейками ("супергрануляция").

В последние годы автором данной статьи и, независимо, французским астрономом [Полем Берлиоз-Арто](#) предложен альтернативный механизм переменности мирид. Причиной вариаций блеска может быть локальный разогрев атмосферы мириды близким спутником (планетой или коричневым карликом). Период обращения спутника на круговой орбите с большой полуосью $a = 1$ а.е. вокруг звезды с массой $M = 1M_{\odot}$ - 1 год. Если спутник обращается вокруг звезды на более низкой орбите, он тонет в атмосфере звезды, опускаясь ниже уровня, где оптическая толщина атмосферы достигает единицы. Если спутник далеко, среда, в которой он движется, недостаточно плотная, и он не оказывает большого воздействия на блеск и спектр звезды. Таким образом, большие полуоси a в области чуть менее 1 а. е. наиболее благоприятны для проявлений взаимодействия спутника с атмосферой красного гиганта. Отсюда максимум в распределении периодов мирид вблизи соответствующего периода $P = 284$ дня.



"Огненный шар" вокруг планеты в атмосфере красного гиганта.

"Огненный шар", возникающий вокруг спутника, своим излучением создает "горячее пятно" в атмосфере гиганта. За спутником тянется ионизованный "хвост", такой же, как при движении крупного метеорита в земной атмосфере. В "горячем пятне" сосредоточена область генерации оптических эмиссионных линий, регулярно появляющихся в спектрах мирид. При орбитальном движении спутника пятно

перемещается по поверхности красного гиганта. Если угол наклона i плоскости орбиты к картинной плоскости не очень мал, переменность блеска звезды и интенсивности эмиссионных линий может быть объяснена периодическими появлениями "горячего пятна" из-за лимба и заходами за лимб. В рамках данной концепции непостоянные или "слабопеременные" красные гиганты – полуправильные звезды с малыми амплитудами переменности – могут менять блеск за счет собственных слабых хаотических колебаний. У мирид переменность большой амплитуды создается в первую очередь воздействием спутника, а все нерегулярности кривой блеска могут быть отнесены на счет хаотических собственных вариаций красного гиганта.



Шаровое скопление 47 Тукана.

Косвенным подтверждением влияния планет на долгопериодическую переменность красных гигантов может быть редкость (или даже полное отсутствие) мирид в старых подсистемах Галактики с низкой металличностью: в шаровых скоплениях и в галактическом гало. Низкометаллическая среда не способствует образованию планет, для чего требуется наличие тяжелых элементов. Подтверждением этого также служит видимое отсутствие звезд с планетами в шаровых скоплениях. На Космическом телескопе им. Хаббла был специально поставлен эксперимент по исследованию кратковременных падений блеска 34 тысяч звезд в шаровом скоплении 47 Тукана. Такие ослабления блеска предположительно могли бы указывать на наличие планет, "затмевающих" свои звезды. Авторы эксперимента Р. Джиллиленд и др. (Astrophys. J., 2000, 545, L47) проводили систематические наблюдения за скоплением 47 Тукана в течение восьми суток в июле 1999 г. Ни у одной звезды из 47 Тукана не было найдено затмений, хотя по статистике наклонов орбит i затмения должны были наблюдаться по меньшей мере у 15–20. Еще одна возможная причина отсутствия планетных систем у звезд шаровых скоплений – отрыв планет от звезд при близких прохождении звезд. Итак, нет планетных систем – нет и переменных звезд типа Миры.

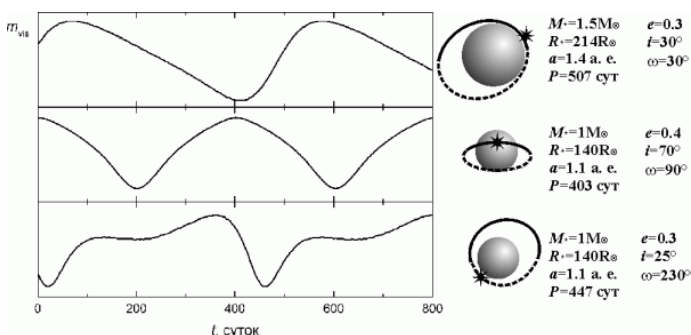


К наблюдателю

Элементы орбиты планеты.

Еще одно наблюдательное свидетельство: интерферометрия мирид в оптическом и ближнем инфракрасном диапазонах выявила у звезд [Р Треугольника](#) и [о Кита](#) наличие асимметрии в распределении яркости по диску звезды. Пока это единичные эксперименты. Большие надежды возлагаются на планируемые миссии космических интерферометров с большими базами, что позволит осуществить регулярное "картографирование" поверхности мирид. Периодическое появление "горячих пятен" в фазе с изменениями видимого блеска мирид послужило бы прямым подтверждением предлагаемой гипотезы.

Если переменность связана с эффектом "огненного шара" вокруг спутника, можно рассчитать, как будет меняться блеск звезды при движении "горящей планеты" по орбите вокруг красного гиганта. Такие расчеты кривых блеска звезды были выполнены автором данной статьи. Выбиралась параметры центральной звезды, характерные для красных гигантов – проэволюционировавших звезд солнечного типа. Подбором элементов орбиты спутника (большая полуось a , эксцентриситет e , наклонение орбиты i , долгота перигелия ω) можно воспроизвести практически любую наблюдаемую форму кривых блеска, в том числе с горбами на восходящей и нисходящей ветви и даже с двойным максимумом (как у [Р Наугольника](#)). Модель также объясняет изменения периодов звезд. У некоторых мирид период довольно быстро сокращается. Так у [Р Гидры](#), известной как переменная с 1704 года, период к настоящему времени сократился с ~500 до 386 суток. У [Р Орла](#) период уменьшился с 1856 года от 348 до 279 суток. Уменьшение периода естественно связать с торможением планеты в атмосфере красного гиганта. У некоторых мирид (их немного) период увеличивается. Например, у [В Дракона](#) период возрос с 257 суток в 1904 году до 279 суток в 1969 году. Возможно, эти мириды на данном этапе быстро теряют массу, что приводит к увеличению размеров орбиты планеты. Интересно также, что модель воспроизводит и зависимость "период–светимость" для мирид; до сих пор считалось, что эта зависимость обусловлена пульсационными свойствами звезд.



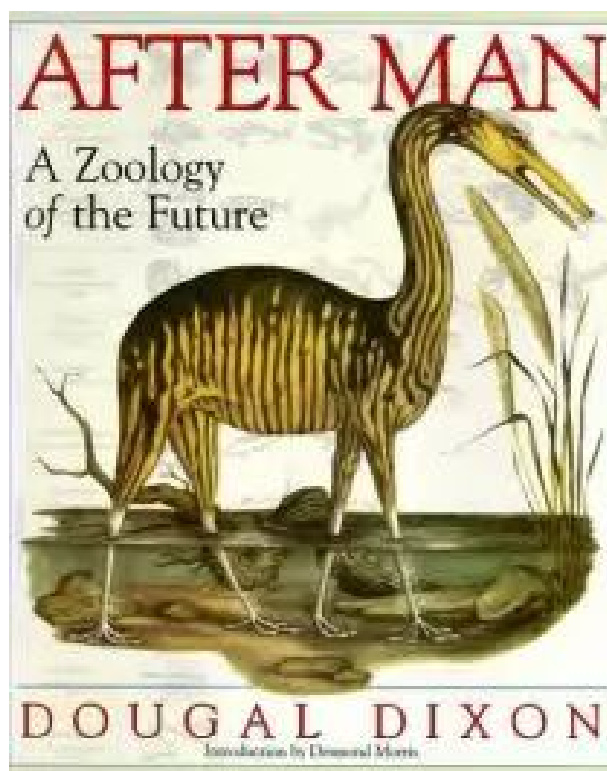
Кривые блеска звезд типа Миры Кита, рассчитанные в модели переменности, связанной с движением планеты в атмосфере звезды. Показано расположение планетной орбиты в проекции на картинную плоскость, проходящую через центр звезды. Периастр отмечен звездочкой, часть орбиты, находящаяся позади картинной плоскости, показана пунктиром.

Наконец, еще одно следствие "планетарной" гипотезы. Число звезд типа Миры Кита среди звезд – красных гигантов на АВГ может отражать долю всех звезд главной последовательности в Галактике, имеющих планетные системы. Выше говорилось, что красные гиганты классов К непостоянные или слабо переменны, а красные М-гиганты (более проэволюционировавшие, расширившиеся до $R \sim 1$ а.е. и вступившие на АВГ) практически все переменны – за счет собственных, достаточно слабо выраженных пульсаций. Но если у звезды есть планетная система, то при некотором радиусе расширения планета на подходящей орбите начинает оказывать "ударное воздействие" на атмосферу звезды. Изменения блеска становятся более регулярными, их амплитуда возрастает; звезда становится миридой. Таким образом, отношение числа мирид к полному числу М-гигантов – это и есть доля звезд, у которых на главной последовательности были планеты с "подходящими" параметрами ($a \sim 1-2$ а.е.). Тот факт, что среди мирид практически нет звезд с периодом

переменности короче 90–100 суток, очевидно, дает минимальную величину большой полуоси a "возбуждающей" планеты, при котором еще возможно устойчивое существование феномена мириды: при массе центральной звезды $M \approx 1 M_{\odot}$ $a_{\min} \sim 0.4$ а.е., то есть примерно расстояние от Солнца до Меркурия.

Оценку доли мирид среди звезд АВГ можно получить из результатов нового обзора NSVS ([Northern Sky Variability Survey](#) – Обзор переменности северного неба). Обзор выполнялся в 1997–2001 гг. на автоматизированном телескопе-"роботе" ROTSE-I, установленном в Национальной лаборатории Лос Аламос (США). Огромная база данных, накопленная в ходе наблюдений, представляет собой ценнейший материал для исследования переменных звезд разных типов. Для наших целей особый интерес представляет [каталог медленных красных переменных звезд NSVS](#), для которых выполнена классификация. Их периоды (или циклы переменности) заключены в пределах от 20 до 730 суток. Всего таких звезд в каталоге 8678. Из них мирид – 2476, или 28%. Остальные могут быть отнесены к полуправильным, "слабопеременным" красным гигантам, меняющим блеск только за счет внутренних процессов, без внешнего воздействия близкого спутника. Разумеется, 28% – это только нижний предел числа звезд с планетными системами, достигших стадии АВГ. Многие звезды (как, например, V838 Единорога) могли поглотить близкие планеты еще на ранней стадии перехода к красным гигантам. Не во всех планетных системах были "подходящие" планеты на орбитах с $a \sim 1-2$ а.е., которые как раз и создают эффект "миридной" переменности. Тем не менее, полученная цифра представляет интерес. Оценки по статистике уже найденных планетных систем указывают, что планетами могут обладать от 50 до 70% звезд главной последовательности в окрестностях Солнца. Так что доля мирид среди звезд АВГ может быть не таким уж плохим индикатором общего числа звезд солнечного типа с планетами в нашей Галактике.

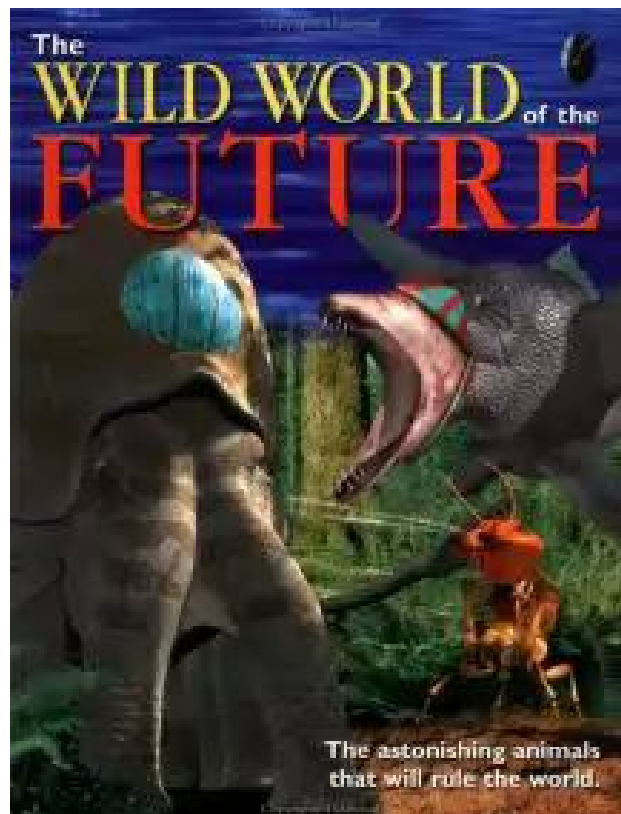
Доживет ли человечество до "красного Солнца"?



В свое время автор этой статьи с увлечением читал классическую книгу Б.А. Воронцова-Вельяминова "Очерки о Вселенной" (Гостехиздат, 1955). Особый интерес вызвал рисунок на обложке: пейзаж чужой планеты с огромным красным светилом на горизонте, и чуть в стороне – яркая

белая звезда. Такое огромное Солнце на горизонте Земли можно будет увидеть еще очень не скоро. Трудно предугадать, как будет выглядеть наша Земля к тому времени. Какие существа будут населять Землю? Будут ли обитать на Земле потомки нынешних людей, сохранится ли жизнь вообще?

В последние годы проблема дальнейшего развития жизни на Земле привлекает пристальное внимание исследователей. Большую популярность получили прекрасно иллюстрированные книги английского палеонтолога Дугала Диксона "После Человека" ([Dougal Dixon, After Man, Griffin Trade, 1998](#)) и, совместно с художником Джоном Адамсом, "Дикий мир будущего" ([Dougal Dixon, John Adams, The Future is Wild](#)). Выпущен фантастический фильм того же названия. Живые картинки из этого проекта можно посмотреть в Интернете (<http://www.thefutureiswild.com>). Книга "Дикий мир будущего" вышла и на русском языке (изд-во Эгмонт, 2003). Опираясь на предыдущую историю биологических видов, Диксон попытался представить будущее живого мира Земли через 5, 100 и 200 млн. лет от нынешнего времени. Лик Земли полностью изменится. Предстоят великие оледенения. Дрейфующие материки вновь сольются в один гигантский суперконтинент, окруженный безбрежным океаном. В книгах Диксона нашу планету населяют фантастические животные: огромные разумные муравьи, летающие в тропическом лесу яркие рыбы, гигантские стотонные черепахи... Книги Диксона, хотя и основанные на научных идеях, можно рассматривать как шутку, увлекательный рассказ о будущей жизни на Земле, предназначенный больше для юных читателей. Еще одна интересная попытка представить живой мир будущего сделана нашим соотечественником Павлом Волковым. Основываясь на законах биологической эволюции, Волков образно и ярко рисует мир Земли таким, каким он может стать в далеком будущем. Работу П. Волкова также можно найти в Интернете (<http://sivatherium.h12.ru/>).



Американский палеонтолог Питер Уорд ([Peter D. Ward](#)) подходит к проблеме с более серьезных позиций. Название его книги "Конец эволюции" ([The End of Evolution](#), Weidenfeld and Nicolson, London, 1995) говорит само за себя. Уорд выделяет в истории жизни на нашей планете три великих события, три великих вымирания. Первое произошло на границе палеозоя и мезозоя, когда погибло до 90% видов, населявших Землю; второе – на границе мезозоя и

кайнозой, когда вымерли динозавры. Третье вымирание началось не сегодня и не вчера, а примерно 15 тысяч лет назад, когда люди широко расселились по планете. Прямой или косвенной причиной нынешнего вымирания Уорд считает человеческую жадность. Человек берет из Природы гораздо больше, чем ему необходимо, и ее же, Природу, безжалостно загрязняет. В настоящее время под натиском цивилизации ежечасно исчезают три вида живых существ (!). Человек ускорил процесс вымирания в 10 000 раз по сравнению с естественным темпом. Его воздействие на биосферу уже сравнимо с падением на Землю гигантского метеорита. К моменту появления человека жизнь на Земле достигла своего наивысшего разнообразия, которое теперь на глазах гибнет.

Общий и весьма неутешительный вывод всех упомянутых авторов: в мире будущего ("After Man" – "После Человека") человечеству нет места, даже в том случае, если Землю не постигнет в ближайшее время космическая катастрофа. Загрязнение среды обитания, антропогенное изменение климата, новые неизвестные болезни, войны, терроризм, природные и техногенные катастрофы ведут человечество к гибели. Время жизни любого биологического вида в истории Земли – не более 1 миллиона лет, для высокоорганизованных видов – еще короче. Для Homo sapiens исследователи отводят срок не более 200 тысяч лет, а некоторые – еще меньше, до 2000, а то и десятки лет.

Сходные мысли высказал и известный английский физик и астрофизик [Стивен Хокинг](#). Хокинг считает, что человечество может погибнуть от вируса, который оно создаст собственными руками. Другая опасность – глобальная компьютеризация. "В отличие от нашего интеллекта, производительность компьютеров удваивается каждые 18 месяцев, – сказал Хокинг, сославшись на [закон Мура](#). – Опасность, что у них возникнет интеллект, и они покорят мир, вполне реальна. Человечеству придется либо подумать об искусственном совершенствовании своих генов, либо попытаться найти способ объединить компьютеры и человеческий мозг. Нам придется пойти этим путем, если мы хотим, чтобы биологические организмы по-прежнему превосходили электронные."

Если обратиться к классике, то, как писал [Герберт Уэллс в романе "Машина времени"](#), свидетелями разрастания Солнца до красного гиганта будут огромные крабы и бабочки; человекоподобных существ к тому времени, по его мнению, на Земле не останется. Будет это не через 30 миллионов лет, как полагал Уэллс, а значительно позднее, через 5,7 миллиардов лет, после чего остатки земной биосферы сгорят в очистительном пламени нашего светила.



Возможен и другой вариант. Если красный гигант Солнце будет терять массу достаточно быстро, его масса уменьшится. Тогда орбита Земли может измениться. Большая полуось увеличится, например, до нынешней орбиты Марса. Земля избежит огненной гибели, не

испарится в атмосфере Солнца и закончит свой путь в холоде – замерзнет после того, как Солнце, сбросив конвективную оболочку, станет белым карликом и не сможет больше обогревать свои планеты, как раньше. Правда, и до этого времени Земле дожить будет сложно. Солнце на стадии красного гиганта будет облучать Землю с десятой (как считал Уэллс, если не большей) части небосвода. Температура на планете значительно превысит 100°С. Океаны испарятся. Ещё одно губительное для Земли обстоятельство. Когда начнется процесс потери массы нашего светила со скоростью около 10^6 Мг/год, на Землю обрушится поток газа и "солнечной" пыли. По самым скромным оценкам, Земле "достанется" до 10 млрд. тонн солнечного вещества в год, из них около 1 процента в виде пыли. Этот поток остановить будет нечем. Сейчас Землю обдувает солнечный ветер – горячий ионизованный газ. От него Землю защищает магнитосфера. С красного гиганта посыплется нейтральное вещество, пронизывающее земную атмосферу и беспрепятственно достигающее поверхности. Вокруг Земли может образоваться аккреционный диск из выпадающей солнечной материи; на некоторое время наша планета угодится Сатурну. Пылинки, теряемые красными гигантами, очень мелкие, их размеры $\sim 10^{-5}$ см. В земной атмосфере они будут оседать крайне медленно и надолго закроют поверхность планеты от солнечных лучей. Земля станет пыльным и темным местом и, в конце концов, высохшая, безжизненная, уйдет в холод и мрак.

Все грустные пророчества имеют под собой реальную основу. О том же говорит и молчание космоса. До сих пор попытки найти сигналы внеземных цивилизаций не имели успеха. Вспомним [парадокс, который высказал Энрико Ферми](#): если Они есть, то где Они все? Уже упомянутый Питер Уорд и астроном [Доналд Браунли](#) в книге "Редкая Земля: почему сложная жизнь столь необычна во Вселенной" ([Rare Earth: Why Complex Life is So Uncommon in the Universe](#)) пишут: жизнь на уровне одноклеточных (микробов и т. п.) может существовать на многих планетах, однако высшие формы жизни развиваются крайне редко. Земля сочетает множество условий, необходимых для длительной эволюции живой материи. Это устойчивая орбита на нужном расстоянии от Солнца, достаточное количество жидкой воды, тектоника плит, присутствие близкого спутника – Луны. Наконец, даже положение Солнца в Галактике между спиральными рукавами оберегает Солнечную систему от губительного воздействия вспышек сверхновых. Земля может быть редким оазисом жизни в семье многочисленных, но бесплодных планетных систем с "горячими Юпитерами" и "холодными Сатурнами". И.С. Шкловский в последнем издании книги "Вселенная. Жизнь. Разум" ("Наука", 1987) также говорит о возможной уникальности земной жизни и земной цивилизации. Если у человечества хватит разума остановить безумное разрушение собственного дома, возможно, оно будет развиваться дальше, двинется, следуя мечте К.Э. Циолковского, в космос и создаст суперцивилизацию, образует скорлупу вокруг Солнца – сферу Дайсона. Со временем человечество покинет постаревшее и распухшее Солнце. Следующим этапом будет освоение Галактики, постройка цивилизации III типа по Н.С. Кардашеву. Цивилизация овладеет всей энергией Галактики и зажжет в небесах чужих планет яркий маяк. Пока для такого оптимизма оснований мало. Мрачные прогнозы о будущем Земли и земной цивилизации лишней раз напоминают, что необходимо беречь прекрасный и хрупкий мир, который нам достался от Великого Космоса, всех предыдущих миллиардо- и миллионлетий и который может быть единственным в Галактике и во Вселенной.

Г. М. Рудницкий,
Государственный астрономический институт им.
П.К. Штернберга (ГАИШ)

Веб-версия статьи находится на <http://www.astronet.ru/>

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕРИОДА ПЕРЕМЕННОЙ ЗВЕЗДЫ



Иван Леонидович Андронов

Что такое периодический процесс?

Человеческому разуму свойственен поиск закономерностей в окружающем мире, что позволяет более или менее точно прогнозировать будущее. К тому же многие процессы во Вселенной имеют периодическую природу. Например, Земля вращается вокруг оси с почти постоянным периодом, и периодически изменяется высота Солнца над горизонтом, хотя яркость света зависит не только от времени года, но и сложного характера изменения погоды. Но, несмотря на одновременность влияния различных механизмов, выявление скрытых периодичностей является одним из первых типов анализа любого сигнала. С точки зрения математики, периодическим называется процесс, для которого можно записать уравнение:

$$x(t + P \cdot E) = x(t), \quad (1)$$

где

$x(t)$ - значение сигнала x в момент времени t ; P называется периодом; целое значение E - номером цикла.

Конечно, периодом этого процесса может быть не только P , но и любое кратное значение $j \cdot P$, где j - целое. Поэтому договариваются периодом называть наименьшее значение P , для которого выполняется соотношение (1).

Пример такого процесса показано на рис. 1. Период легко найти как наименьший промежуток времени между повторяющимися элементами кривой - минимумами, максимумами, пересечениями восходящей или нисходящей ветвью кривой фиксированного уровня - среднего или любого другого значения.

Но непрерывное значение времени t в уравнении (1) является идеализацией, ибо в реальности мы имеем отдельные наблюдения только в некоторые моменты, между которыми наблюдений не было - или вследствие плохой погоды, солнечного света, или нехватки времени наших наблюдений на телескопе с перенапряженной научной программой. Не говоря уже о точности наблюдений, которая приводит к тому, что измерения даже постоянного сигнала, в общем случае, различаются. Так что точно уравнение (1) не выполняется даже при наиболее благоприятных реальных условиях. Поэтому для определения периода необходима разработка математических методов, учитывающих как ограниченность ряда наблюдений, так и погрешности измерений сигнала.

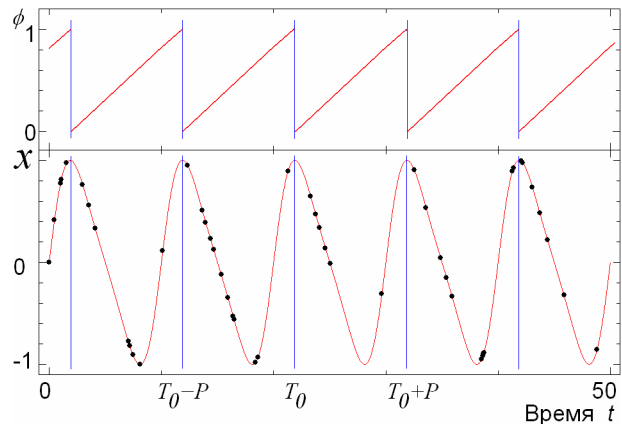


Рис. 1. Сверху: изменение фазы со временем. Снизу: «кривая блеска» с периодом $P = 10$, сгенерированный на компьютере для случайных моментов времени. Если не смотреть на «теоретическую» кривую блеска (линия), то точки наблюдений «кажутся совсем случайными». Но, при приведении к фазовой кривой, показывают хорошую переменность.

На верхней части рисунка показана зависимость фазы ϕ от времени линейный рост от нуля до единицы, затем мгновенное падение вновь до нуля, и так далее.

От бесконечного времени до периодической фазы

Самым естественным является решение, согласно которому время любого наблюдаемого сигнала нужно сместить на соответствующее целое число периодов

$P \cdot E$ так, чтобы расстояние между первым и последним таким «наблюдением» во времени не превышало период P . Такое значение $\tau_j = (t_j - (T_0 + P \cdot E_j))$ для наблюдения

номер j называется «возрастом». Здесь T_0 называется «начальной эпохой», которая соответствует возрасту, равному нулю. В повседневной жизни «возраст» - это время, прошедшее после полуночи, которое изменяется от 0 до «почти» 24 часов. «Почти», потому что через секунду после 23^h59^m59^s (23 часов 59 минут 59 секунд) время станет равным не 24^h00^m00^s, а 0^h00^m00^s, но при этом изменится календарная дата (номер дня).

Но периоды изменения сигнала бывают очень разнообразны, поэтому для кривой зависимости $x_j(\tau_j)$ которую в звездной фотометрии называют «кривой блеска», нужно каждый раз выбирать собственный масштаб. Чтобы унифицировать эту процедуру, договорились измерять «возраст» в единицах периода, т.е. ввести так называемую «фазу» $\phi_j = \tau_j / P = \tau_j f$, где величина $f = 1/P$, обратная периоду P , называется частотой. В физике принято измерять время в секундах, а частоту в герцах (=1/с). В астрономии время традиционно измеряется в сутках, а частота в «циклах в сутки».

Но и фаза может быть неоднозначно определенной величиной, так как разные авторы могут отсчитывать время от различных явлений - кто-то от начала эры, кто-то от полудня в Гринвиче, кто от начала собственных наблюдений.

Поэтому договорились ввести еще одну характеристику - уже упоминавшуюся «начальную эпоху» T_0 . Окончательно фаза определяется, как $\phi_j = v_j - E_j$, где $v_j = (t_j - T_0) / P$, $E_j = \text{int}(v_j)$, где $\text{int}(v)$ -

наибольшее целое, не превышает значения v . Например,

$\text{int}(-4.7) = -5$, $\text{int}(+4.7) = 4$. При таком определении, $0 < \phi_l < 1$, а зависимость $x_l(\phi_l)$ называется «фазовой кривой» (блеска или иного типа сигнала). Величина ν не имеет специального названия, но она имеет важное значение в теории поиска периода, поэтому назовем ее "полной фазой" (что является суммой классической фазы ϕ и номера цикла E_j).

Зависимость фазы от времени показана на рис. 2. Она имеет характерный "пилообразный" вид с разрывом в целых значениях аргумента. Иногда интервал от нуля до единицы называют "основным интервалом определения фазы", потому что, естественно, можно фазовую кривую повторять бесконечное количество раз вправо и влево. Зависимость $x_j(\nu_j)$ имеет период, равный единице. Значение ν , например, $-0.1, 0.9, -121312312.1$ и 290663.9 соответствуют одной и той же фазе $\phi_j = 0.9$.

С "возрастом" мы имеем дело каждый день, потому что время на наших часах - это отрезок времени от полуночи, который увеличивается до 24 часов, а затем становится равным нулю полуночи. А вот если бы мы разделили этот возраст на период в 24 часа, то получили бы фазу. Вместо предложения "начало рабочего дня в 9-часов" писали бы "начало рабочего дня в фазе $0.375 (= 9/24)$ ". Такой же самый результат, только непривычно в быту. И естественно в астрономии.

Что такое "хорошая" фазовая кривая?

Если период использовано правильный (обозначим его P_0), то фазовая кривая блеска будет показывать какую-то линию с рассеянием согласно точности наблюдений (рис. 2). Для пробных периодов, кратных настоящему $P = jP_0$, кривая показывает j повторений вместо одного. Если период выбран такой, который немного отличается от настоящего, то рассеяние увеличится за счет «рассеяния» наблюдений по фазам, но кривая еще будет заметна. Когда это отклонение достигнет критического значения, то фазовая кривая будет напоминать случайное распределение точек в прямоугольнике.

В 1960-е годы даже была идея показывать фазовую кривую блеска на осциллографе, и, подкручивая колесико регулировки, подбирать необходимую частоту, чтобы кривая была лучшей на вид. Аналогично мы настраивали старые радиоприемники, подбирая частоту, при которой сигнал «наилучший». В современных электронных устройствах поиск частот радиостанций и настройка проводятся автоматически.

Принципиально, идея «осциллографа» неплохая, но для очень ограниченного класса наблюдений, когда их интервал лишь в несколько раз превышает период, или когда мы должны менять частоту не очень много раз. Но, предположим, что мы исследуем звезду типа RR Лир с периодом около 0.5 суток. За год будет ~730 полных периодов колебаний (астрономы называют их "циклами"). За 40 лет наблюдений в "звездном патруле" в обсерваториях в Зоннеберге (Германия) или Одессе пройдет около 30 тысяч циклов. Но сколько точно? 30000, 30001, 29663 или иное число, к тому же, возможно, не целое?

Поэтому наибольшую популярность приобрела идея автоматического поиска периодов, которые соответствуют лучшим фазовым кривым, с помощью компьютера. Понятно, что компьютеру нужны конкретные математические правила, по которым определяется «качество» фазовой кривой, а не общие слова об эстетической красоте или соответствии формы уже известным типам переменных звезд.

Таким критерием может быть какая-то функция θ от частоты f , начальной эпохи T_0 и набора наблюдений $(x_\nu t_\nu, \nu = 1 \dots N)$: $\theta(f, T_0; x_\nu t_\nu)$. Все методы поиска периода отличаются только конкретным видом такой зависимости, называемой "тест-функцией", или (редко) "пробной функцией", "целевой функцией".

В этой зависимости наблюдения являются постоянными (константами), не зависят от "пробной частоты" f или начальной эпохи T_0 . Вообще, тест-функция не должна зави-

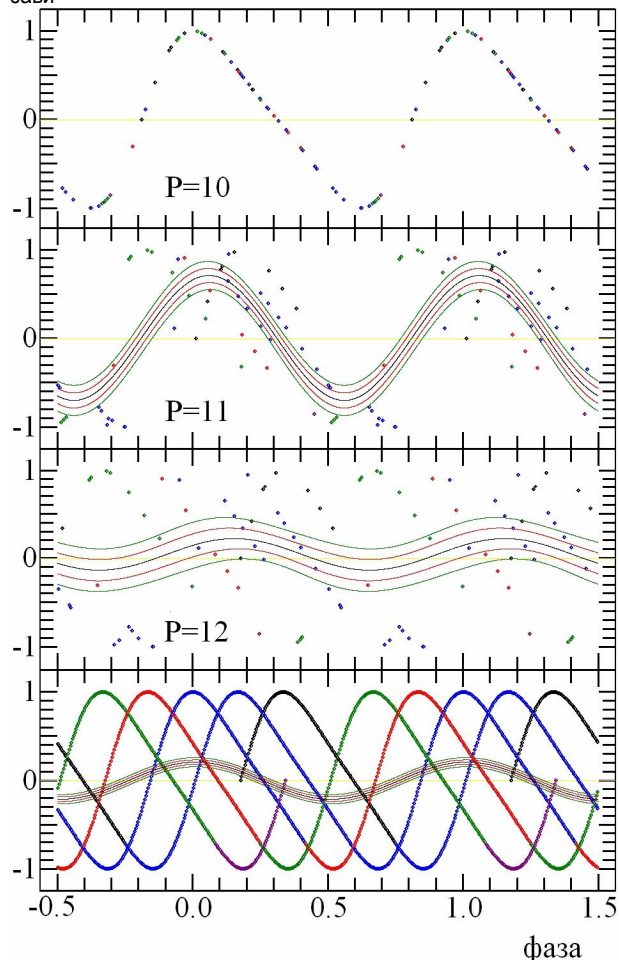


Рис. 2. Фазовые кривые для сгенерированных наблюдений для четырех значений пробного периода: $P=10$ для "настоящего" периода мы видим, что "наблюдения" находятся на кривой, "вытянутой в ниточку"; для удвоенного периода (не показано) наблюдается двойная волна переменности, иногда она и есть настоящая, например, в затменно-двойных системах типа W Большой Медведицы; $P = 11$ - период близок к настоящему, плавная переменность заметна, но уже присутствует сдвиг фаз, что приводит к рассеиванию кривой блеска (для сравнения программой MCV проведена сглаживающая синусоида и "коридоры ошибок" на уровне $\pm 1\sigma$ и $\pm 2\sigma$); $P = 12$ сдвиг фаз настолько велик, что уже невозможно догадаться, что сигнал действительно периодический, так как выглядит, как случайный (кривая блеска показывает сильное рассеяние, однако, формально сглаживающую функцию можно рассчитать, а ее погрешность σ очень велика); на нижнем рисунке для пробного периода $P = 12$ показаны не сгенерированные "данные", а 1000 равномерно расположенных точек по всему интервалу (когда наблюдений много, то на кривой блеска наблюдаются последовательности, отмеченные разными цветами).

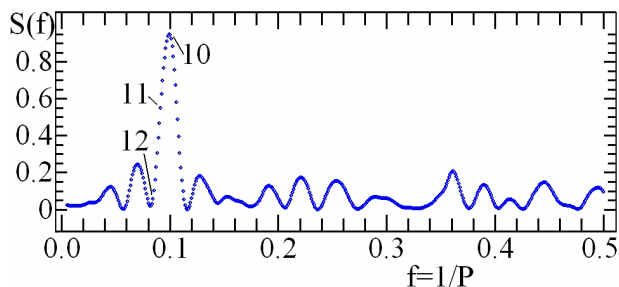


Рис. 3. Периодограмма $S(f)$ как зависимость тест-функции $S(f)$ от частоты $f=1/P$ для синусоидальной аппроксимации. Самый высокий максимум наблюдается вблизи "правильного" значения $P=10$, однако, чуть-чуть отличается

от него, поскольку кривая блеска периодическая, но несинусоидальная (мульти-гармоническая). Цифрами показаны значения периодов, использованные для построения фазовых кривых на рис. 2. Наблюдается много мелких пиков, их ширина примерно одинакова, а средняя высота "шумов" $\langle S \rangle \sim 2/(n-1)$, где n - число наблюдений.

сеть от начальной эпохи T_0 , поскольку выбрать эту величину мы можем по своему усмотрению, даже не связывая ее с физическими процессами в звезде (например, от полудня по гринвичскому, киевскому или московскому времени).

То есть лучшей будет функция $\theta(f) = \theta(f, T_0; x_v, t_v)$, зависящая только от одной переменной – частоты $f (= 1/P)$. Зависимость $\theta(f) = \theta(1/P)$ тест-функции θ от пробной частоты f (или периода P) называется "периодограммой".

Как найти компромисс?

Рассмотрим случай, когда фазовая кривая рассматривается для двух значений периода P_1 и P_2 . Фаза для одного и того же наблюдения изменится на величину $v_j(P_2) - v_j(P_1) = (t_j - T_0)/P_2 - (t_j - T_0)/P_1 = (t_j - T_0)(1/P_2 - 1/P_1) = (t_j - T_0)(f_2 - f_1)$.

То есть при изменении периода (или соответствующей частоты), фаза каждого наблюдения изменяется пропорционально расстоянию от начальной эпохи T_0 .

Можно сравнить с ситуацией, когда расстояние автомобиля от точки одновременного старта меняется пропорционально скорости. Или с разбеганием галактик согласно закону Хаббла. В этом сравнении есть и свои последствия: нет центра, то есть каждую точку можно считать центром, от которого проходит разбегания со скоростью, пропорциональной расстоянию от центра.

Относительно фазовых кривых, то можно выбрать из бесконечного количества возможностей начальную эпоху так, чтобы она равнялась времени какого-либо из наблюдений, например, первого t_1 . Тогда полная фаза последнего наблюдения $v_N = (t_N - t_1) \cdot f$ будет расти пропорционально частоте f . Поэтому при периодограммном анализе вычисления делают с постоянным шагом Δf по частоте f , а не по периоду P . Как правильно выбрать этот шаг? Чем меньше он будет, тем меньше будет сдвиг фаз между первым и последним наблюдениям, и тем подробнее можно наблюдать изменения фазовой кривой блеска, и тем точнее выбрать "лучшую" кривую и соответствующие ей значения частоты и периода. Но тем большее число таких пробных частот, т.е. времени расчетов. Но, сокращая объем вычислений, можно пропустить лучшую фазовую кривую, если ее частота окажется внутри интервала между двумя пробными частотами. То есть нужен компромисс между детальностью периодограммы и объемом вычислений. Можно порекомендовать выбрать шаг $\Delta f = \Delta\phi / (t_N - t_1)$, где величина изменения разности фаз $\Delta\phi$ между последним и первым наблюдениям при изменении частоты на величину Δf не превышает некоторого критического значения $\Delta\phi_{\max}$. Эта величина $\Delta\phi_{\max}$ различна для разных методов, но вообще выбирается от $1/N$ (а это маленькая величина для большого объема наблюдений) до $\sim 0,05-0,10$. Напр., в программе MCV при введении числа пробных частот высвечивается значение $\Delta\phi_{\max}$ и вычисление периодограммы запрещено, если $\Delta\phi_{\max} > 0,1$, чтобы избежать «пропуска» «лучшего» экстремума.

"Номенклатура" методов

Все методы периодограммного анализа можно разделить на две большие группы - так называемые "параметрические" и "непараметрические" методы. В первой группе фазовая кривая блеска приближается любой

функцией с периодом, который равен единице, например, синусоидой

$$x_c(\phi) = C_1 + C_2 \cdot \cos(2\pi\phi) + C_3 \cdot \sin(2\pi\phi).$$

Затем для каждого значения пробной частоты f методом наименьших квадратов определяются коэффициенты (параметры) C_1, C_2, C_3 , а критерием согласованности фазовой кривой с этой аппроксимацией является сумма квадратов "невязок" (или отклонений наблюдений от сглаживающей функции, рассчитанной для этого же аргумента) $(O - C)_k = x_k - x_C(\phi_k)$. В этом примере,

$$x_k - (C_1 + C_2 \cdot \cos(2\pi\phi_k) + C_3 \cdot \sin(2\pi\phi_k)):$$

$$\Phi(f) = \sum_{k=1}^N (x_k - x_C(\phi_k))^2 = (x_1 - x_C(\phi_1))^2 + (x_2 - x_C(\phi_2))^2 + \dots + (x_N - x_C(\phi_N))^2$$

Чем меньше $\Phi(f)$, тем, в среднем, наблюдения ближе к аппроксимации, и лучшая в этом смысле частота соответствует наименьшему значению $\Phi(f)$.

В "параметрическом" периодограммном анализе часто вместо минимума этой функции ищут максимум функции $S(f) = 1 - \Phi(f)/\Phi_0$, где Φ_0 является суммой квадратов отклонений наблюдений от их среднего значения $\langle x \rangle = (x_1 + x_2 + \dots + x_N)/N$

$$\Phi_0 = \sum_{k=1}^N (x_k - \langle x \rangle)^2 = (x_1 - \langle x \rangle)^2 + (x_2 - \langle x \rangle)^2 + \dots + (x_N - \langle x \rangle)^2$$

Именно тест-функция $S(f)$ и приведена на рис. 3.

Величина $\Phi_0 = N\sigma_0^2$, где σ в математической статистике называется "смещенной оценкой среднеквадратического отклонения наблюдений от среднего значения", или, короче, среднеквадратичным отклонением. "Параметрические" методы иногда называют методами группы "точка-кривая", потому тест-функция зависит от среднеквадратического расстояния наблюдаемых точек от аппроксимирующей (дословно с латыни, "приближающей", в плохих компьютерных переводчиках, "приспосабливающейся", но по-русски, «сглаживающей») кривой. Для периодических процессов несинусоидальную кривую можно аппроксимировать тригонометрическим полиномом степени s (иногда называемым "усеченной суммой ряда Фурье")

$$x_C(\phi) = C_1 + C_2 \cdot \cos(2\pi\phi) + C_3 \cdot \sin(2\pi\phi) + C_4 \cdot \cos(4\pi\phi) + C_5 \cdot \sin(4\pi\phi) + \dots + C_{2s} \cdot \cos(2s\pi\phi) + C_{2s+1} \cdot \sin(2s\pi\phi)$$

Теоретически количество членов суммы "ряда Фурье для периодической функции" должно быть бесконечно, но практически ограничиваются не очень большой величиной s , поскольку дальнейшие члены суммы очень малы по сравнению с точностью наблюдений и не являются статистически значимыми.

Периодическая волна

$$"+C_{2s} \cdot \cos(2j\pi\phi_1) + C_{2s+1} \cdot \sin(2j\pi\phi_1)"$$

называется $(j-1)$ гармоникой основной частоты, поэтому сумму называют "мультигармоническим приближением". А тригонометрический полином степени, например, 4 можно назвать "приближением с 3 (= 4-1) гармониками". Следует отметить, что изменение аргумента синуса или косинуса целое число раз на 2π не меняет значение соответствующей функции. Аргумент

$$2\pi v_j = 2\pi(t_N - T_0) \cdot f_j = 2\pi(t_N - T_0) \cdot (jf) = 2j\pi v_1$$

соответствует фазе для частоты $f_j = jf_1$, т.е. периоду $P_j = 1/(jf) = P/j$.

Такое соотношение между периодами $P_j = P/j$ не является уникальным. Например, когда мы определяем уравнение времени, то есть разницы между прямыми прохождениями "настоящего" и "среднего" Солнца, то мультигармонические приближения являются

реалистичными, потому что период в один год соответствует эллиптичности орбиты Земли (а его гармоники повышают точность такого приближения), а проекция эклиптики на небесный экватор дает полугодовую периодичность. Но если мы возьмем, например, видимые с поверхности Земли координаты Луны, то нужно учитывать по меньшей мере три периода: вращения системы "Земля-Луна" вокруг Солнца P_1 , сидерический (относительно звезд) орбитальный период Луны P_2 и синодический (относительно Солнца) период вращения Земли вокруг своей оси (что приводит к суточному параллаксу, т.е. смещения видимого положения небесного тела из-за движения наблюдателя) P_3 . Отношение этих периодов не являются целыми числами ($P_1/P_3 = 365.2422$, $P_2/P_3 = 27.32$, $P_1/P_2 = 13.369$), поэтому мульти-гармонические приближения не являются оптимальными. Процессы, в которых присутствуют колебания с несколькими периодами (частотами $f_1 \dots f_s$), называют мультипериодическими. Их математическую модель можно записать как

$$x_C(t) = C_1 + C_2 \cdot \cos(2\pi(t - T_0) \cdot f_1) + C_3 \cdot \sin(2\pi(t - T_0) \cdot f_1) + \dots + C_{2s} \cdot \cos(2\pi(t - T_0) \cdot f_s) + C_{2s+1} \cdot \sin(2\pi(t - T_0) \cdot f_s)$$

Хотя вообще на отношение f_j/f_k нет ограничений, часто некоторые из этих величин могут быть целыми, а некоторые периодические составляющие могут быть мультигармоническими. Бывают и случаи, когда разница между частотами является постоянной величиной (например, в астросейсмологии).

Кроме синусоид, для анализа могут быть использованы другие периодические функции, например, зависимость между фазой и координатой или скоростью в случае эллиптической орбиты (визуально, затменно- или спектрально-двойные звезды), или функции с лучшими аппроксимирующими свойствами - так называемые сплайны.

Специальный вид аппроксимации кривых блеска затменных звезд типа Алголя, характеризующихся узкими минимумами, который в ~2 раза точнее тригонометрических полиномов, недавно рассмотрен нами (И.Л.Андронов, 2012) Но это уже тема для следующих статей.

"Непараметрический" метод Лафлера-Кинмана-Холопова

Когда мы аппроксимируем, например, синусоидой, кривую блеска с несинусоидальной кривой, то можем получить ошибочные результаты. Например, кривая блеска затменной звезды типа Алголь имеет достаточно узкий минимум - затмение, которое на синусоиду совсем не похоже. Можно аппроксимировать тригонометрическим полиномом с большой степенью, но это формальное приближение может привести к появлению ложных пиков на периодограмме. И на кривой появятся "волны" с малыми периодами P/j . Не говоря уже, что мы "навязываем Природе наше представление о ней".

Поэтому были разработаны альтернативные "непараметрические" методы, в которых "качество" фазовой кривой зависит от расстояния между ближайшими по фазе точками. Поэтому такие методы относят к так называемой группе "точка-точка". Первый из таких методов был предложен Лафлером и Кинманом в статье 1965 года. Его основная идея заключалась в том, что для рассеяния фазовой кривой был избран квадрат разности между последовательными по фазе наблюдениями:

$$\Phi(f) = (y_2 - y_1)^2 + (y_3 - y_2)^2 + \dots + (y_N - y_{N-1})^2$$

Если кривая имеет малое рассеяние (как говорят, "в ниточку"), то эта величина будет небольшой по сравнению с рассеянием для неправильного периода. Отметим, что для каждого значения пробной частоты за моментами наблюдений t_k , определяются фазы ϕ_k , вводится «рабочий» массив $y_k = x_k$, затем пары точек (y_k, ϕ_k) сортируются в соответствии с ростом фаз ϕ_k . То есть каждой точке (x_i, t_i) на фазовой кривой соответствует одна точка

(y_k, ϕ_k) , но ее номер k различен для каждого значения пробной частоты, поскольку сортировка проводится по фазам, а не по времени.

Но к сожалению, в этой тест-функции не выполнено условие "равенства перед законом" всех точек наблюдения, потому значения x_1 и x_N входят только в один член суммы, в то время как другие - в два. Кроме того, «кто первый, а кто последний» зависит как от пробной частоты f , так и от начальной эпохи T_0 .

Это неравноправие было исправлено московским астрофизиком П. Н. Холоповым, который в 1969 году опубликовал алгоритм усовершенствованного метода и соответствующую компьютерную программу. С тех пор к тест-функции Лафлера и Кинмана был добавлен член $(x_1 - x_N)^2$:

$$\Phi(f) = (x_2 - x_1)^2 + (x_3 - x_2)^2 + \dots + (x_N - x_{N-1})^2 + (x_1 - x_N)^2$$

Действительно, поскольку фазовая кривая имеет период, равный единице, то мы можем продолжить фазовую кривую, формально написав $\phi_{N+1} = 1 + \phi_1$, $x_{N+1} = x_1$,

поэтому следующей по отношению к фазе ϕ_N будет точка с фазой $(1 + \phi_1)$.

Чтобы было легче сравнить тест-функцию с ожидаемым для полностью аperiodического сигнала значением $2\Phi_0$, тест-функцию можно записать в безразмерном виде:

$$\Theta(f) = \Phi(f) / \Phi_0$$

Так что на периодограмме будет рассеяние у "aperiodической" величины $\Theta(f) = 2$, а у "настоящего" значения частоты f_0 будет наблюдаться минимум. Чем глубже такой минимум, тем меньше среднее отклонение последовательных точек друг от друга, тем уже полоса кривой блеска, тем лучше «качество кривой». И тем ниже вероятность "ложной тревоги", то есть того, что такой глубокий минимум на периодограмме будет наблюдаться вследствие случайно малого рассеивания кривой блеска на какой-либо из большого числа пробных частот, когда на самом деле в сигнале этой частоты нет. Но случай и есть случай, поэтому возможны "красивые" фазовые кривые для "ненастоящего" периода для данного набора данных, которые потом не подтверждаются последующими наблюдениями.

Практическое применение метода

Алгоритм Лафлер-Кинмана в модификации П. Н. Холопова очень активно применяется для поиска периода переменных звезд и много сотен, или даже тысяч значений, приведенных в "Общем Каталоге Переменных Звезд" (Интернет-адрес <http://www.sai.msu.ru/cgi-bin/wdwp95/gcvs/stars/form>), получены с помощью его программы. Конечно, с появлением новых компьютеров этот алгоритм многократно переводился на Фортран, Паскаль, Бейсик, Си, Маткад и другие компьютерные языки, добавляя авторское понимание интерфейса и удобства работы с программой.

Описание одной из компьютерных реализаций метода, сделанной Виталием Бреусом, тогда ещё школьником - активным членом Одесского отделения Малой Академии Наук, ныне аспирантом. Поскольку эта программа предлагается другим любителям и опубликована на странице Украинской Ассоциации Наблюдателей Переменных Звезд (<http://uavso.pochta.ru>, <http://uavso.org.ua>), используем ее для расчетов примеров результатов применения метода с редактированием рисунков для журнальной публикации. На рис. 4-6 показаны различные виды периодограмм для модельных наблюдений, показанных на рис. 1. Как и следовало ожидать, при "неправильном" значении частоты значение тест-функции около 2, и уменьшается около «правильной» частоты $f_0 = 0.1$ и частот $f_j = f_0/j$ (т.е. "кратных периодах" $P_j = jP_0$). Это отличает «непараметрические» методы от «параметрических» мультигармонических, где

кратными являются частоты, а не периоды. Но этого тоже следовало ожидать - период $2P_0$ или jP_0 также является периодом, только в нем фазовая кривая состоит из 2 или j почти одинаковых частей. Отметим, что в сумму входят разности значений последовательных точек на фазовой кривой блеска, а в эту разность входят не только статистические погрешности наблюдений, но и систематические разности из-за переменности сигнала. Напр., на рис.1 показан сигнал с нулевой статистической погрешностью, но его значение периодически возрастает и убывает, поэтому значение убывает не до нуля, а до некоторого малого значения $\Theta(f_1)$. При удвоенном периоде, средняя разность фаз последовательных точек удваивается, и поэтому значение $\Theta(f_2) \approx 2^2 \Theta(f_1) = 4\Theta(f_1)$. Для других кратных периодов, $\Theta(f_j) \approx j^2 \Theta(f_1)$, однако, такое возрастание замедляется по сравнению с этой формулой и потом останавливается, когда точек на одну волну (интервал фаз шириною $1/j$ становится мал). Напр. для использованного нами иллюстративного сигнала продолжительностью 50, использование пробных периодов более 50 вообще не приводит к изменению тест-функции $\Theta(f)$, поскольку остаток фаз просто не заполнен точками.

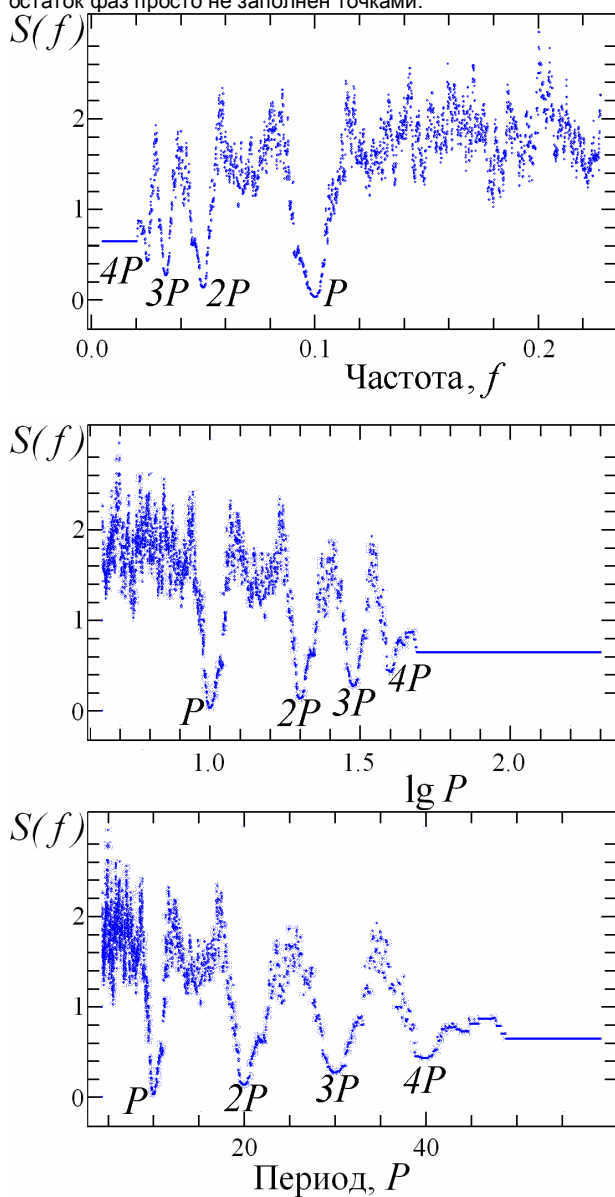


Рис. 4. Периодограмма для метода Лафлера-Кинмана-Холопова для различных значений аргумента – частоты $f=1/P$, логарифма периода $\lg P$ и периода P . В этом методе ширина пиков примерно постоянна для $\lg P$ (как и в случае всплеск-преобразования (wavelet transform), заслуживающего отдельной публикации). Отметим, что, при использовании синусоидальной аппроксимации и других

модификаций «преобразования Фурье» примерное «постоянство ширины» наблюдается для частоты f . Во всех методах, ширина пика растет с увеличением периода.

Разрывность периодограммы, или эффект перемешивания

Если внимательно присмотреться к периодограмме, то можно заметить, что она является разрывной. Т.е. небольшая разница в частоте может приводить к прыжку в значении. Это связано с тем, что точки даже с близкими фазами при изменении частоты могут изменить свои порядковые номера k , поэтому в сумму будут входить разности между значениями сигнала в разных парах. Наоборот, если номера не изменились, не изменится и значение тест-функции. Т.е. периодограмма будет "кусочно-постоянной".

Поскольку средняя разность фаз между последовательными наблюдениями равна $1/N$ (период фазы 1, разделенный на количество точек N), то это значение и можно предложить как $\Delta\phi$ в формуле для определения шага по частоте. Но в целом ширина минимума значительно больше $\Delta f_{\min} = 1/(t_N - t_1)$, что соответствует $\Delta\phi = 1$.

Следует заметить, что для "кратных" периодов $P_j = jP_0$, ширина пиков пропорциональна частоте (если по оси абсцисс будет частота), или периоду (если по оси абсцисс будет период), т.е. постоянной будет относительная ширина минимума на периодограмме.

С увеличением номера j глубина минимума падает медленно, пока число наблюдений N/j на одну "волну" на периодограмме еще достаточно велико. Но дальше в разницу сигнала будет существенно добавляться изменение за счет систематической фазовой изменчивости и глубина уменьшится до исчезновения минимума в «шуме» периодограммы.

Другие модификации метода

После опубликования первого алгоритма было предложено несколько методов модификаций, которые могли бы дать большую эффективность для более специализированных типов сигнала.

Все они базируются на понятии «расстояния» $U_k = U(\Delta x_k, \Delta\phi_k)$ между двумя точками на фазовой кривой, где $x_k = x_{k+1} - x_k$, $\Delta\phi_k = \phi_k + 1 - \phi_k$, и снова формально $\phi_{n+1} = 1 + \phi_1$, $x_{n+1} = x_1$. Периодограмма может быть записана, как $\Theta(f) = U_1 + U_2 + \dots + U_N$, вот только функции $U(\Delta x_k, \Delta\phi_k)$ будут разными. Перечислим их:

$U(\Delta x_k, \Delta\phi_k) = (\Delta x_k)^2$ (Lafler-Kinman (1965), Холопов, 1970), $|\Delta x_k|$ (Deeming, 1970), $|\Delta x_k|^\gamma$ (Пельт, 1980). В этой группе модификаций "расстояние" зависит только от сигнала, а не от фазы. При $\gamma = 1$ уменьшается относительный вклад наблюдений с большими отклонениями, которые могут даже привести к появлению минимума на периодограмме для совсем неправильного значения частоты. При больших значениях γ этот вклад будет увеличен, и Пельт не рекомендует давать значение, больше $\gamma = 4$, так как это приводит к увеличению шума на периодограмме.

Если две последовательные точки соединить отрезком, то его можно считать гипотенузой треугольника, два катета которого параллельны координатным осям. Вместо квадрата одного из катетов можно использовать квадрат гипотенузы, т.е. квадрат расстояния между точками на плоскости.

Тогда $U(\Delta x_k, \Delta\phi_k) = (\Delta x_k)^2 + (\Delta\phi_k)^2$, как предложил швейцарский ученый Burg с коллегами в 1970 для циклических процессов. Действительно, если обе величины Δx_k , и $\Delta\phi_k$ были бы нарисованы в одном масштабе, то

квадрат гипотенузы имел бы физический смысл. Но на самом деле фаза является безразмерной величиной (отношение промежутка времени к периоду), в то время как Δx_k может быть звездной величиной, лучевой скоростью, температурой, давлением или даже количеством денег в кошельке или расстоянием до дома. Поэтому результат зависит от масштаба измерения сигнала, т.е. будет разным, если мы, например, изменим единицы измерения с километров на метры. Поэтому следующие модификации уже учитывали этот факт и единица измерения сигнала выбиралась равной $2(x_{\max} - x_{\min})$, т.е. двойной амплитуде изменений сигнала (Dworetzky и другие 1980). Впрочем, Дворецкий предложил метод "наиболее короткой веревки", соединяющих точки, сортированные по фазе. Но тогда это должна быть сумма гипотенуз, а не их квадратов, т.е.

$$U(\Delta x_k, \Delta \phi_k) = \left((\Delta x_k / 2(x_{\max} - x_{\min}))^2 + (\Delta \phi_k)^2 \right)^{1/2}.$$

Можно вместо $2(x_{\max} - x_{\min})$ делить на $\alpha \sigma_0$, где α константа, значение которой можно подбирать различным для разных типов сигнала.

Еще одной из модификаций является метод Renson (1978), согласно которому находится сумма не квадратов гипотенуз, а квадратов наклонов гипотенуз, т.е.

$$U(\Delta x_k, \Delta \phi_k) = (\Delta x_k^2) / (\Delta \phi_k)^2.$$

Поскольку для некоторых пробных частот разность фаз может равняться нулю, это может привести к компьютерной ошибке деления на ноль. К тому же очень растет рассеяние на периодограммах. Чтобы избежать этого, Ренсон предложил ввести дополнительный параметр и включить его в виде

$$U(\Delta x_k, \Delta \phi_k) = (\Delta x_k^2) / ((\Delta \phi_k)^2 + \varepsilon^2)$$

или

$$U(\Delta x_k, \Delta \phi_k) = (\Delta x_k^2) / (\Delta \phi_k + \varepsilon)^2.$$

От выбора параметра ε будет зависеть периодограмма, но при малых значениях, как упоминалось, будет достаточно большое рассеяние на периодограмме, а при больших $\varepsilon \gg 1/N$ тест-функция будет практически пропорциональна тест-функции Лафлера-Кинмана-Холопова. Поэтому, если применять метод Ренсона, то имеет смысл выбирать $\varepsilon \sim 1/N$. Тщательный сравнительный анализ статистических свойств различных "непараметрических" методов был опубликован в статье Андронов и Чинарова в журнале «Кинематика и физика небесных тел» (1997 год, том 13, с. 67-80), поэтому в этой популярной статье приведены только простейшие и важнейшие формулы. На рис.3-5 этой статьи приведены масштабируемые периодограммы, рассчитанные для разных модификаций. Для нашего модельного сигнала все они показывают похожую структуру - шумовую дорожку для "неправильных частот" и минимумы у периодов $P_j = jP_0$.

Обобщение непараметрических методов

Несмотря на хорошую эффективность методов этого класса, они также имеют определенные недостатки. В-первых, периодограмма является прерывистой, поэтому за счет флуктуаций можно выбрать локальный минимум, что будет достаточно далеко как от минимума "средней периодограммы", так и от "настоящего" значения периода. Во-вторых, невозможно определить точность найденного периода (частоты), и можно только догадываться, что оптимальное значение периода находится в относительно широком минимуме на периодограмме. В-третьих, найденный период позволяет рассчитать фазовую кривую, но ее форму и соответственно начальную эпоху максимума или минимума все равно необходимо рассчитывать с помощью других (параметрических) методов. И четвертое, процедура сортировки наблюдений по фазе для каждой пробной частоты занимает значительно больше компьютерного времени, чем метод наименьших квадратов в "параметрических" методах. Первый недостаток можно уменьшить, если учитывать для каждого наблюдения не только две ближайшие по фазе точки, а все точки на фазовой кривой, только с дополнительным весом, зависят

от относительного расстояния между этими точками. Пельт (1980) записал общее выражение для тест-функции как

$$\Phi(f) = \sum_{kl=1}^N W(\phi_l - \phi_k) \cdot (x_l - x_k)^2 = \\ = 2 \sum_{k=2}^N \sum_{l=1}^{k-1} W(\phi_l - \phi_k) \cdot (x_l - x_k)^2,$$

где функция $W(x_l - x_k)$ называется "структурной" функцией. Например, можно находить квадраты разности со всеми точками, по фазе не отличающимися больше, чем на $\Delta \phi_+$ (например, 0,1). В этом случае $W(z) = 1$, если $z < \Delta \phi_+$, и 0, если $z > \Delta \phi_+$. Вместо этого "прямоугольного" фильтра можно предложить другие фильтры, отличные от нуля при $z < \Delta \phi_+$, например, "треугольный"

$$W(z) = 1 - |z| / \Delta \phi_+,$$

«колоколообразный»

$$W(z) = \left(1 - (z / \Delta \phi_+)^2 \right)^2,$$

или «косинусоидальный»

$$W(z) = \left(1 + \cos(\pi z / \Delta \phi_+) \right) / 2.$$

Последние два фильтра обеспечивают непрерывность не только самой тест-функции, но и ее производной.

Впрочем, если бы существовал «идеальный» метод периодограммного анализа, то все бы им и пользовались. Зачем были бы нужны другие методы? Но Природа такова, что в ней существуют очень разнообразные процессы, вызывающие разнообразие их проявлений. Поэтому исследователи должны иметь различные методы исследований, дополняющие друг друга. К одному из таких методов относятся рассмотренные «параметрические» и «непараметрические» методы периодограммного анализа.

Литература

1. Андронов И. Л. Визуальные и фотографические наблюдения переменных звезд. Одесса: ОГУ. 1991. 84с.
2. Андронов И. Л., Чинарова Л. Л. О статистических свойствах тест-функций непараметрических методов периодограммного анализа. // Кинематика и физика небесных тел.-1997. т. 13. с. 67-80.
3. Пельт Я. Частотный анализ астрономических временных рядов. Таллинн: Валгус - 1980.
4. Тербиж В. Ю. Анализ временных рядов в астрофизике. - М.: Наука. 1992.-392с.
5. Тербиж В.Ю. Введение в статистическую теорию обратных задач - М.: Физматлит., 2005.- 376 с.
6. Холопов П. Н. Определение периодов изменения блеска переменных звезд с помощью электронных цифровых вычислительных машин // кн.: Методы исследования переменных звезд / Под ред. В. Б. Никонова. - М.: Наука. 1971. - С. 307-329.

Дополнительная литература

1. Andronov, I. L. Phenomenological modeling of the light curves of algol-type eclipsing binary stars, 2012Ap....55..536A
2. Andronov, I. L. Advanced Methods for Determination of Arguments of Characteristic Events, 2005ASPC..335...37A
3. Andronov, I. L. Multiperiodic versus noise variations: mathematical methods, 2003ASPC..292..391A

Бесплатные программы для периодограммного анализа

1. Андронов И.Л., Бакланов А.В., MCV - Multi-Column Viewer, <http://uavso.pochta.ru/mcv/>
2. Бреус В.В. "VSCalc" – «Калькулятор переменных звезд», <http://uavso.org.ua/breus>

Иван Леонидович Андронов,

Одесский национальный морской университет (ОНМУ), доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая и прикладная математика»

Специально для журнала «Небосвод»

История астрономии в датах и именах (1926 - 1929)

Продолжение. Начало - в № 7 - 12 за 2010 год, № 1 - 12 за 2011 год, № 1 - 12 за 2012 год и № 1 - 6 за 2013 год

Глава 16 От теории расширяющейся Вселенной (1924г) до открытия радиоизлучения Галактики (1931г)

В данный период произошли следующие основные события и были сделаны открытия:

1. Теоретически обосновано расширение Вселенной (1924г, А.А. Фридман)
2. Получено первое подтверждение вращения Галактики (1924г, К.Э. Лундмарк)
3. Установлена Гарвардская классификация звездных спектров (1924г, Э.Д. Кэннон, Э.С. Пикеринг)
4. Открыто существование ионосферы (1924г, Э.В. Эплтон)
5. Установлена зависимость "масса-светимость" (1924г, А.С. Эддингтон)
6. Открыто существование других галактик (1924г, Э.П. Хаббл)
7. Первая классификация галактик (1925г, Э.П. Хаббл)
8. Изобретен и построен универсальный проекционный «Планетарий» (1925г, К. Цейсс, Германия)
9. Создается первая теория внутреннего строения звезд (1926г, А.С. Эддингтон)
10. Доказано вращение Галактики (1926г, Я.Х. Оорт)
11. Дана первая модель белого карлика (1926г, Р.Г. Фаулер)
12. Впервые указано, что источником энергии звезд является атомная энергия (1927г, А.С. Эддингтон)
13. Открыто существование Местной группы галактик (1928г, К.Э. Лундмарк, Э.П. Хаббл)
14. Открыто «красное смещение» (закон Хаббла) (1929г, Э.П. Хаббл)
15. Открыто вращение звезд (1929г, Г.А. Шайн, О.Л. Струве)
16. Открыт первый планетарий в нашей стране (1929г, Москва)
17. Открыта планета (карликовая с 24.08.2006г) Плутон (1930г, К.У. Томбо)
18. В СССР устанавливается Московское (декретное) время (1930г)
19. Объяснена грануляция солнечной поверхности (1930г, А.О.И. Унзольт)
20. Открыто межзвездное поглощение света (1930г, Р.Д. Трюмплер, Б.А. Воронцов-Вильяминов)
21. Сделан первый комбинированный зеркально-линзовый телескоп большой светосилы (1930г, Б.В. Шмидт)
22. Установлено, что атмосфера Венеры состоит из углекислого газа и задерживает тепло (1930г, У.С. Адамс, Т. Дэнхем)



1929г Дин Бенджамин МАК-ЛАФЛИН (Мак-Локлин) (25.10.1901 — 8.12.1965, Бруклин (Нью-Йорк), США) астроном, возглавил спектроскопические программы обсерватории Мичиганского университета. Выполнил детальные исследования спектров Ве-звезд, спектрально-двойных звезд.

Обнаружил, что VV Цефея, 31 и 32 Лебеда являются затменными системами, состоящими из холодного сверхгиганта и горячей звезды небольших размеров, затмения которой протяженной атмосферой сверхгиганта дают уникальную возможность изучать строение протяженных атмосфер. Определял орбиты затменных двойных звезд, изучал спектральные изменения у долгопериодических переменных.

Особенно известен своими исследованиями новых и сверхновых звезд Начиная с Новой Геркулеса 1934 наблюдал все доступные новые, выполнил измерения многочисленных эмиссионных и абсорбционных деталей в спектрах этих звезд, соотнося их с изменениями блеска и с выбросами оболочек. Расшифровал сложные спектры сверхновых I типа, интерпретировал их как спектры поглощения, а не излучения (как считали раньше).

Окончил Мичиганский университет. В 1924—1927гг работал в Суартморском колледже, с 1927г — в обсерватории Мичиганского университета, был профессором астрономии в этом университете. Его именем назван кратер на Марсе и кратер на обратной стороне Луны.

1929г Григорий Абрамович ШАЙН (7(19).04.1892-4.08.1956, Одесса, СССР) астрофизик, методом высокоточных спектральных измерений впервые открыл и изучил с **О.Л. Струве вращение звезд** в тесных двойных системах. Исследуя линии в спектрах и измеряя лучевые скорости, предложили метод определения скорости осевого вращения звезд и измерив показали, что звезды ранних спектральных классов вращаются в десятки раз быстрее Солнца. В 1934г он по профилям линий поглощения определил скорости вращения одиночных звезд. В основном, более 50% звезд имеют скорость вращения до 50 км/с, а у ранних классов В до 500 км/с. Принял участие в определении лучевых скоростей около 800 звезд и составил один из лучших каталогов совместно с **В.А. Альбицим**.

В 1910г вышла его первая статья «Определение радианта Персеид».

В 1923г определил лучевые скорости звезд спектрального класса А и затем исследовал их кинематику, что подготовило открытие вращения Галактики.

В 1925г открыл новую непериодическую комету (1925 VI, Шайна — Комаса Сола) и несколько десятков спектрально-двойных звезд, переоткрыл комету 16Р/Брукса 2 (1925 X).

В 1925г открыл три малые планеты: 1057 (Ванда, 16 августа 1925г), 1058 (Грабба, 22 июня 1925г), 1709 (Украина, 16 августа 1925г).

В 30-40-е годы изучил долгопериодические переменные звезды и сделал выводы относительно причин эволюции их спектров за период изменения блеска звезды.

Высказал гипотезу об аналогии между явлениями на поверхности холодных звезд и солнечной активностью. Обнаружил, что соотношение между «тяжелым» и «обычным» углеродом (изотопами C^{13} и C^{12}) значительно варьирует в разных звездах. Поскольку углерод является одним из катализаторов ядерных реакций в звездах, это

открытие инициировало разработку новых исследовательских программ не только в астрофизике, но и в ядерной физике.



Указал, проведя исследование, что электроны в солнечной короне движутся с огромными скоростями, на основании чего **И.С. Шкловский** сделал вывод о высокой температуре в короне. Одним из первых понял, что для наблюдательной проверки фундаментальных соотношений «спектр – светимость» и «масса – светимость», а также гипотез о строении и эволюции звезд очень важно изучение двойных звезд. Шайн установил большое число закономерностей для двойных систем, некоторые из них получили объяснение лишь спустя многие десятилетия.

Открыл у звезд спектрального класса R и N наличие изотопа углерода в большом количестве, что указывало на характер ядерных реакций в недрах звезд, превращение водорода в гелий.

Последние 8 лет (1945-1954гг) совместно с **В.Ф.Газе** используя метод фотографий в Крыму, открыли и изучили свыше 150 газовых водородных излучающих туманностей сильно вытянутой волокнистой формы и доказывает в 1955г о наличии в межзвездном пространстве (Галактике) магнитного поля. Были оценены массы туманностей, рассмотрены характер движений в них, наличие пыли и роль магнитных полей. Основным итогом этого цикла работ был вывод об образовании горячих звезд и диффузного вещества в едином космогоническом процессе. Первый список туманностей публикует в первом томе «Известий Крымской астрофизической обсерватории» (1947г, сейчас издано более 90 томов). В соавторстве выпустили большой «Атлас диффузных газовых туманностей» в 1952г и 1953г. Открыл класс туманностей в которых значительная часть материи сосредоточены на периферии.

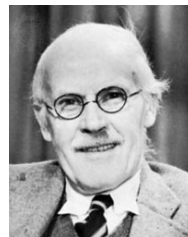
По фотографиям, сделанным 20-дюймовым телескопом Ликской обсерватории совместно с **Виртанен**, подсчитав число галактик ярче $18,7^m$, обнаружил тенденцию к образованию их скоплений.

Изучая звезда типа Мира (о Китае), впервые показал, что такие звезды как и Солнца проявляют активность, но в гораздо больших масштабах.

Не имея возможности учиться в гимназии, сдал экзамены на аттестат зрелости экстерном (1911г). В 1912–1914гг учился на физико-математическом факультете Юрьевского (Дерптского) университета (Тарту, Эстония). В 1914–1917гг пошел добровольцем в действующую армию. Завершил высшее образование в Пермском университете; здесь же в 1919–1920гг работал ассистентом на кафедре астрономии. С 1921г – вычислитель в Пулковской обсерватории. В 1924г руководил установкой 40-дюймового (102см) рефлектора, оснащенного спектрографом в Симеизском отделении Пулковской обсерватории. С 1929г и до конца жизни жил и работал в Симеизе (с перерывом в 1941–1944гг, когда Крым был оккупирован немцами). Академик АН СССР с 1939г. С 1946г принимает активное участие в строительстве Крымской Астрофизической обсерватории (в 12 км от Бахчисарая, пос. Научный, постановлением Правительства от 30.06.1945г полностью разрушенное войной Симеизское отделение Пулковской обсерватории преобразовано в Крымскую), вступивший в строй в 1950г и является ее первым директором (1945-1952гг). Здесь 15 февраля 1961г был установлен (по его инициативе) самый крупный в Европе телескоп диаметром 264см (получил его имя), а также самое современное оборудование: 122см рефлектор, 40см двойной астрограф, 50см менисковый телескоп, солнечные инструменты. Здесь производится изучение астероидов (многие открыты). Последние четыре года жизни руководил отделом физики звезд Крымской обсерватории.

Член Лондонского королевского астрономического общества, почетный доктор Копенгагенского университета,

член Американской академии наук и искусств. Государственная премия 1950г, два Ордена Ленина. Имя Шайна носит крупнейший телескоп Крымской обсерватории (2,64м, 1961г), кратер на Луне, астероид №1648, открытый П.Ф. Шайн 5 сентября 1935г в Симеизской обсерватории.



1929г Гарольд ДЖЕФФРИС (Харолд Джеффри, **Jeffreys**, 22.04.1891-18.03.1989, Фэтфилд, графство Дарем, Англия) математик, астроном и геофизик, в формулу для потока диссипации вследствие теплового испарения газа в планетной атмосфере (формула Дж.Х. Джинса) внес поправку в теории – объясняя осевое вращение планет, но в 1948г от нее отказался.

Занимался вопросами происхождения Солнечной системы. Вслед за **Д.Х. Дарвином** развил теорию приливной эволюции системы Земля – Луна, вычислил энергию приливного трения на океанских побережьях. Вычислил, что, прежде чем Луна достигла своего современного положения 500 млн.лет назад. Вместе с **Дж.Х. Джинсом** разработал теорию приливной эволюции Солнечной системы, оценил ее возраст в 4 миллиарда лет.

Вместе с нидерландским астрономом **В. де Ситтером** Джеффрис определил величину сжатия Земли по прецессии ее оси, установил параметры годового движения полюсов инерции и вращения как по астрономическим, так и по метеорологическим данным. Составил кривую времени пробега сейсмических волн, которая применяется для определения эпицентров удаленных очагов землетрясений (считал, что ядро Земли жидкое). Предложил затухающую модель чандлеровского движения полюса Земли, возбуждаемого нерегулярными вариациями годового движения полюса. Исследовал влияние вязкости земного шара на постоянную нутации и свойства слоя верхней мантии на глубине около 400 км.

Вел работы по применению теории вероятности к анализу астрономических наблюдений.

Автор фундаментального труда Земля: ее происхождение, история и строение (*The Earth: Its Origin, History, and Physical Constitution*, 6-е изд., 1976г, 1924г, рус. пер. 1960г), «Теория вероятностей» (1946г), «Методы математической физики» (1966г; две последние в соавторстве с женой **Б. Свирлс**).

Учился в Армстронг-колледже (Ньюкасл-апон-Тайн) и Сент-Джонз-колледже Кембриджского университета. После окончания университета в 1914г работал там же, в 1917–1922гг – в метеорологической службе, в 1922–1958гг – в Кембриджском университете (с 1946г – в должности профессора астрономии и философии). Президент [Королевского астрономического общества](#) в 1955-1957гг. Удостоен многих престижных наград (Королевская медаль Лондонского королевского астрономического общества (1937г), медаль Копли (1960г), медаль Виктории Королевского геодезического общества, медаль им. У.Х. Волластона Лондонского геологического общества). Член Лондонского королевского общества (1925г), член Национальной АН США (1945г). В 1953г он был возведен в рыцарское достоинство.



1929г Отто Людвигович СТРУВЕ (**Struve**, 12.08.1897-6.04.1963, Харьков, Россия, с 1921г в США, правнук **В.Я.**

Струве) астрофизик, последний представитель династии **Струве**, его отец, **Л.О. Струве**, четверть века возглавлял Харьковскую обсерваторию, совместно с **Г.А. Шайн** разработал метод определения скорости осевого вращения звезд, нашел скорости вращения большого числа звезд, впервые показал, что горячие звезды обладают осевым вращением с экваториальными скоростями порядка 100 км/с. Показал, что у быстро вращающихся звезд происходит истечение вещества из экваториальных областей, что приводит к образованию оболочек и колец.

Совместно с **К.Т. Элви** установил существование систематической зависимости между спектральным типом звезды и скоростью осевого вращения.

Исследователь-спектроскопист. Начиная с 1924г на протяжении многих лет занимался изучением спектрально-двойных звезд, детально изучил сотни таких систем. Наиболее известны его работы по звездам β Лиры, 27 и 29 Большого Пса, ϵ Возничего, VV Цефея, звездам типов W Большой Медведицы и β Большого Пса. Именно ему принадлежит заслуга оценки их доли среди звезд равных спектральных классов (43% всех В-звезд). Он нашел эмпирическую зависимость «период вращения звезды – амплитуда лучевой скорости», что позволило оценить среднее значение суммы масс этих звезд и получить критерий их отличия от короткопериодических цефеид и определить их орбиты.

В 1929г открыл уширение линий водорода и гелия межзвездными электрическими полями в атмосферах В-звезд. Показал, что эффект Штарка является одним из основных факторов, вызывающих уширение линий в звездных спектрах, и что это уширение может быть использовано для определения светимости звезд. Обнаружил существование крупномасштабных турбулентных потоков в атмосферах сверхгигантов.

Изучал переменные звезд, межзвездного среду, оболочки звезд и их эволюцию. Одним из первых понял важность исследования диффузного вещества в Галактике. По спектрам более 2000 ранних звезд, полученным в различных обсерваториях, выполнил исследование межзвездных линий H и K ионизованного кальция. Нашел, что их интенсивность зависит от расстояния; совместно с **Б.П. Герасимович** определил в 1929г среднюю плотность «кальциевого облака» и установил, что оно участвует во вращении Галактики и составляет 1% полной массы звезд в единице объема. Впервые оценил расстояние до Центра Галактики.

Совместно с **К.Т. Элви** в 1937-1938г разработал и впервые построил в обсерватории Мак-Доналд небулярный спектрограф. С помощью этого инструмента обнаружил водород в межзвездном пространстве, сфотографировав слабые межзвездные эмиссионные линии Бальмера в областях, концентрирующихся к плоскости Млечного Пути; открыл также многие диффузные и отражательные туманности.

Совместно с **Э. Фростом** и **С.Д. Барреттом** определил параметры движения Солнца среди звезд по лучевым скоростям 368 В-звезд.

За годы его руководства Йеркская обсерватория стала одним из признанных международных астрономических центров. В 1939г по его инициативе и при его активном участии была создана обсерватория Мак-Доналд при Техасском университете, которой он руководил до 1947г и которая стала крупным центром астрофизических исследований. **Струве** принимал участие в создании 42-метрового радиотелескопа Национальной радиоастрономической обсерватории США.

Труды по практической и теоретической звездной астрономии, эволюции звезд и их вращению, исследованию межзвездного газа. Мировую известность получила его книга *Эволюция звезд (Stellar evolution, 1950г)*, вышла в СССР в 1954г, «Элементарная астрономия» (совместно с Б. Линде и Х. Пилланс, пер. 1964г), «Астрономия XX века» (совместно с В. Зебергс, пер. 1968г).

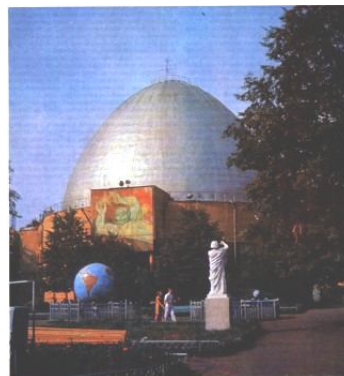
Поступил в Харьковский университет в 1915г, но вскоре вынужден был прервать учебу: был призван на военную службу и в 1915–1918г принимал участие в боевых действиях в Турции. В 1919г окончил Харьковский университет. Вскоре был мобилизован в Белую армию, с остатками врангелевских войск эвакуировался в Турцию, затем – в Европу. В 1921г приехал в США. В 1921–1950г работал в Йерксской обсерватории (Чикагский университет), в 1932–1947г был ее директором. Профессор астрономии Чикагского университета, в 1947–1950г заведовал

кафедрой астрономии. В 1932-1947гг был главным редактором журнала «Astrophysical Journal». В 1947г возглавил астрономическое отделение Калифорнийского университета (в Беркли), в 1950–1959гг профессор, зав. кафедрой астрофизики и директор Лейшнеровской обсерваторией при этом университете. Был первым директором Национальной радиоастрономической обсерватории США в Грин-Бэнке в 1959-1962гг, сотрудником Института перспективных исследований в Принстоне. Он был членом многих академий наук, почетным доктором университетов. В 1944г был награжден Золотой медалью Лондонского королевского общества, медалью им. К. Брюс Тихоокеанского астрономического общества (1948г), им. Г. Дрэпера Национальной АН США (1950г), им. Д. Риттенхауза (1954г), премия им. П.Ж.С. Жансена Французского астрономического общества (1954г), медаль им. П.Ж.С. Жансена Парижской АН (1955г). В 1952–1955гг возглавлял Международный астрономический союз, член АН США.

В честь его назван в действующей Макдоналдской обсерватории 82-дюймовый телескоп, кратер на Луне, астероид 2227.

1929г 5 ноября открывается [Московский Планетарий](#), первый большой в СССР. Большие шары проецируют на небо (купол) звезды до 6,5^m, причем более яркие имеют цвет. Изображение звезд создается с помощью металлических пластинок в которых проделаны отверстия разного диаметра. Один шар проецирует звезды северного, второй – южного полушария. Шары меньшего радиуса позволяют превратить небо в звездную карту, так как с их помощью на купол проецируется координатная сетка и контуры созвездий. Специальные проекторы служат для демонстрации движения Солнца, Луны и 5-ти видимых планет. Специальные приборы проецируют на купол точки и линии небесной сферы. Процесс движения можно ускорить (сутки могут длиться от 12 мин до 35 сек, а год от 5,5 мин до 17 сек). Можно совершать путешествие в прошлое или будущее. Сократив год до 1 минуты, можно видеть «петлеобразное» движение планет. За 1,5 минуты можно пронаблюдать процесс в 26000 лет (процессию). Диаметр купола 25,5 метра. Модель аппарата Фирма "Карл Цейс" с программным управлением. Количество кресел 480, количество посетителей около 500 000 в год.

Его история делится на две части: первые 65 лет советского периода и последние десять. В советское время в круглом зале, в центре которого стояла странная шишковатая гантеля, гас свет и в темноте раздавалась музыка (обычно из Лебединого Озера). И когда под последние напряженные аккорды вспыхивало звездное небо по залу всегда проносилось восхищенное: "Ах!". Затем читалась лекция. В Планетарии работали кружки, велась наблюдения в обсерватории - это был один из центров школьной астрономии Москвы (вторым был Дворец Пионеров на Ленинских Горах). И хотя к концу 80-х чернобельный оптико-механический планетарий устарел (для подобных целей всюду уже использовались лазерные установки), поток посетителей не уменьшался.



А в перестройку все изменилось: Планетарий приватизировали в 1994г и он перестал оказывать услуги населению (Кружки прекратили свою деятельность еще в 1992 году). Последние все годы он находится на реконструкции. За это время планетарий вырос на 6 метров, под ним появился гараж (для машин посетителей). В самом планетарии прошло несколько рекламных акций. Закончить

реконструкцию Планетария к его 75-летию (2004г) не удалось (по финансовым причинам), как не удалось и в планируемых два более поздних срока (сентябрь 2006г, декабрь 2010г). В честь 2011 Года космонавтики, открытие планетария состоялось в День России 12 июня 2011 года.

Планетарии имеются во многих крупных городах. Большинство их оснащается смотровыми площадками с телескопами и другими приборами для демонстрации различных явлений. Оборудуются проекциями полярных сияний, комет, переменных и новых звезд, ИСЗ и других небесных тел и явлений.



1930г Эжен Жозеф ДЕЛЬПОРТ (10.01.1882 — 19.10.1955, Женапп, Бельгия) астроном, по поручению Международного астрономического союза 1928г, издал Атлас созвездий, в котором были окончательно установлены границы между всеми созвездиями в небе вдоль вертикальных и горизонтальных линий прямого восхождения и склонения (плавные границы заменены на ступенчатые) для эпохи В1875,0.

В 1903—1919гг выполнил несколько тысяч определений положений звезд с меридианным кругом для международной кооперативной программы "Карта неба".

Затем занимался систематическими наблюдениями положений комет и астероидов. Открыл 66 новых астероидов (список ниже), среди них выделяются интересные объекты 1221 Амур и 2101 Адонис, которые подходят очень близко к Земле.

Он обнаружил большое количество комет, включая периодическую комету 57P/du Toit-Neujmin-Delporte.

В 1903г окончил Брюссельский университет. С этого времени до последних дней жизни работал в Королевской обсерватории в Уккле (в 1936—1947 — директор). Чл.-кор. Парижской АН и Бюро Долгот в Париже. Премии Бельгийской королевской академии наук, литературы и изящных искусств. Его именем назван кратер на Луне.

Список открытых 66 астероидов

1052 Belgica 15 ноября 1925	1366 Piccolo 29 ноября 1932	1341 Edmée 27 января 1935
1068 Nofretete 13 сентября 1926	1276 Uccia 24 января 1933	1711 Sandrine 29 января 1935
1122 Neith 17 сентября 1928	2545 Verbiest 26 января 1933	1926 Demidelaer 2 мая 1935
1124 Stroobantia 6 октября 1928	1261 Legia 23 марта 1933	1361 Leuschneria 30 августа 1935
1145 Robelmonte 3 февраля 1929	1329 Eliane 23 марта 1933	1363 Herberta 30 августа 1935
1664 Felix 4 февраля 1929	2276 Warck 18 августа 1933	1375 Alfreda 22 октября 1935
1128 Astrid 10 марта 1929	1280 Baillauda 18 августа 1933	1401 Lavonne 22 октября 1935
1168 Brandia 25 августа 1930	1848 Delyaux 18 августа 1933	2213 Meeus 24 сентября 1935
1170 Siva 29 сентября 1930	1878 Hughes 18 августа 1933	1388 Aphrodite 24 сентября 1935
3567 Alvema 15 ноября 1930	1285 Julietta 21 августа 1933	1374 Isora 21 октября 1935
1176 Lucidor 15 ноября 1930	1290 Albertine 21 августа 1933	2101 Adonis 12 февраля 1936
1199 Geldonia 14 сентября 1931	1288 Santa 26 августа 1933	2331 Parvulesco 12 марта 1936
2913 Horta 12 октября 1931	1291 Phryne 15 сентября 1933	1476 Cox 10 сентября 1936
2534 Houzeau 2 ноября 1931	1293 Sonja 26 сентября 1933	3534 Sax 15 декабря 1936
1724 Vladimir 28 февраля 1932	2819 Ensor 20 октября 1933	1433 Geramina 30 октября 1937
1221 Amor 12 марта 1932	1294 Antwerpia 24 октября 1933	2713 Luxembourg 19 февраля 1938
1217 Maximiliana 13 марта 1932	1698 Christophe 10 февраля 1934	1491 Balduinus 23 февраля 1938
1222 Tina 11 июня 1932	6354 Vangelis 3 апреля 1934	1722 Goffin 23 февраля 1938
1707 Chantal 8 сентября 1932	7043 Godart 2 сентября 1934	1486 Marilyn 23 августа 1938

1239 Queteleta 4 октября 1932	1350 Rosselia 3 октября 1934	1493 Sigrd 26 августа 1938
1274 Delporia 28 ноября 1932	1672 Gezelle 29 января 1935	1543 Bourgeois 21 сентября 1941
3605 Davy 28 ноября 1932	1754 Cunningham 29 марта 1935	1560 Strattonia 3 декабря 1942

1930г Клайд Уильям ТОМБО (Томбах, Tombaugh, 4.02.1906- 17.01.1997, г. Стритор, шт. Иллинойс, США) астроном, сообщает 12 и 13 марта (в виде телеграмм и доклада 13 марта 1930г, в день 75-летия **П. Ловелла**, не дожившего до этого события) (обнаружил 18 февраля в 16 час по местному времени, сравнивая фотопластины за 23 и 29 января, на которых была зафиксирована область близ звезды Дельта Близнецов, заметил смещение слабого звездообразного объекта 14,5^m) об **открытии планеты Плутона** (считался планетой с 1930г по 2006г), существование которой предсказано в 1880г англичанином **Дж. Форбс**, после чего и начались его поиски. Имя планеты придумала 11 летняя англичанка **Венеша Берни**. 12 марта 1930г обсерватория Лоуэлла через Гарвардское бюро протелеграфировала астрономическим обсерваториям следующее сообщение: "Систематически начатые много лет назад поиски в связи с исследованиями **П. Ловелл** планеты за орбитой Нептуна привели к открытию объекта, скорость движения и траектория которого в течение семи недель последовательно соответствовали телу, находящемуся за орбитой Нептуна приблизительно на том расстоянии, которое ему приписывал **П. Ловелл**. Пятнадцатая звездная величина. Положение на 3 часа всемирного времени 12 марта было 7" к западу от δ Близнецов, что согласуется с предсказанной **Ловеллом** долготой".

Первым рассчитал орбиту Плутона и указал положение **П. Ловелл** (вычисленные орбита и положения планеты не были опубликованы в 1914 г., хотя поиски планеты он начал с 1905г) - на его фотографиях был Плутон, но он его не обнаружил. В 1919г **Э.Ч. Пикеринг** подтвердил расчеты. Только несчастливая случайность помешала открыть Плутон в 1919г астрономам обсерватории Маунт Вилсон. В это время **М.Л. Хьюмсон** по поручению **Э.Ч. Пикеринга** сфотографировал области вокруг предсказанного положения планеты и действительно получил изображение планеты на некоторых пластинках. Однако изображение Плутона на одной из двух лучших пластинок попало как раз на небольшой брак эмульсии (на первый взгляд оно казалось частью этого брака), в то время как на другой пластинке изображение планеты оказалось частично наложенным на какую-то звезду! Даже в 1930г, когда положение планеты в 1919г было довольно хорошо известно из вычисленной орбиты, с трудом удалось отождествить те изображения Плутона, которые были получены 11 лет назад. Большая личная роль **П. Ловелла** в организации поиска новой планеты была увековечена в ее названии, две первых буквы которого соответствуют инициалам известного астронома.

Плутон самая удаленная на сегодня (на 2006г) из известных планет Солнечной системы на 5914млн.км (среднее), имеет эллиптическую орбиту, пересекающую орбиту Нептуна (1979-1999гг находился ближе Нептуна к Солнцу). Диаметр планеты 2324км, продолжительность суток 6,29 суток земных, наклон оси 17°10", сидерический период 247,7 года, синодический 366,7 суток, максимальная видимая звездная величина 14,5^m.



Томбо проведя у бланк компаратора дни и ночи (в 1929г в обсерватории **П. Ловелла** близ Флагстаффа (штат Аризона) на деньги брата **П. Ловелл** был установлен первоклассный фотографический 13-дюймовый рефрактор

3754 Kathleen 16 марта, 1931	5701 Baltuck 3 ноября, 1929	
---------------------------------	--------------------------------	--

для ускорения розыска новой планеты) и просмотрев множество изображений (на каждом по 100-400тыс.звезд) сравнивая три фотопластины 21, 23 и 29 января 18 февраля обнаруживает перемещение очень слабого объекта. Это был Плутон. 24 августа 2006 года МАС впервые дал определение термину «планета». Плутон не попал под это определение, и МАС причислил его к новой категории карликовых планет вместе с Эридой и Церерой. После переклассификации Плутон был добавлен к списку малых планет и получил номер 134340 по каталогу Центра малых планет (ЦМП). Некоторые учёные продолжают считать, что Плутон должен быть переклассифицирован обратно в планету.

Всего Томбо исследовал около 90 млн. звездных изображений (10 лет провел у бланк компаратора в общей сложности 7000 часов). В ходе выполнения этой программы открыл шесть звездных скоплений (одно шаровое и 5 рассеянных), две новые кометы, 775 астероидов и 1807 переменных звезды. Провел также исследование пространственного распределения галактик, открыл 29548 галактик, обнаружив несколько десятков скоплений галактик и одно сверхскопление.

В 1956г предпринял попытку поиска спутника Луны, но не обнаружил хотя методика гарантировала обнаружение объекта диаметром в 30м, так как фотографирование осуществлялось на трех телескопах обсерватории, а фотографии затем просматривал на бланк компараторе.

Вместе с сотрудниками университета штата Нью-Мексико исследовал вращение Меркурия, эволюцию Большого Красного Пятна на Юпитере и разработал новые фотографические методы для поиска небольших спутников Земли. Благодаря его энергии астрономическое отделение этого университета приобрело высокий статус и в сотрудничестве с другими астрономами создало крупную обсерваторию Апаче-Пойнт в горах Сакраменто.

Под влиянием отца – страстного любителя астрономии – Клайд еще в школьные в 12 лет годы начал самостоятельные наблюдения неба. Когда 2,25-дюймовый фабричный рефрактор перестал его удовлетворять, он сам отполировал 9-дюймовое зеркало и построил телескоп, используя старые детали от сельскохозяйственных и отцовского Бьюика 1910 года. С помощью этого телескопа **Томбо** сделал множество весьма качественных зарисовок Юпитера и Марса. Некоторые из них послал в Ловелловскую обсерваторию во Флагстаффе (шт. Аризона), чтобы получить консультацию специалистов, после чего его пригласили на работу в обсерваторию. Ему предложили освоить наблюдения с новым 13-дюймовым фотографическим рефрактором, и в начале апреля 1929г включился в многолетнюю программу поиска планеты X за Нептуном, начатую еще в 1905 основателем обсерватории **П. Ловеллом**.

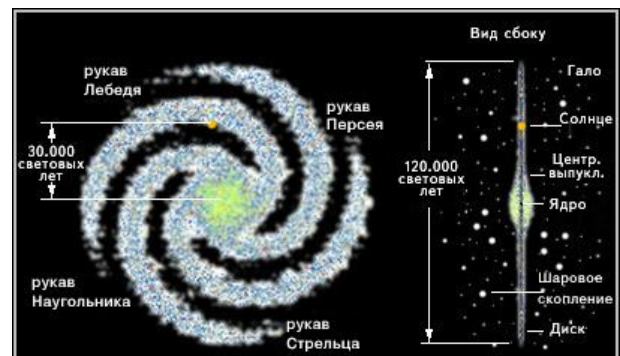
В 1932г поступил в Канзасский университет и окончил его в 1936г. Продолжал работать в Ловелловской обсерватории до 1943г. В 1943–1945гг преподавал в Аризонском колледже во Флагстаффе (ныне университет Северной Аризоны), в 1945–1946гг в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе. С 1946г возглавлял отдел оптических измерений в Абердинской баллистической лаборатории в Лас-Крузесе (шт. Нью-Мексико), где в то время испытывали трофейные немецкие ракеты «Фау-2». В 1955г начал работать в университете штата Нью-Мексико (с 1965г в должности профессора, с 1973г почётный профессор), где создал «группу планетных исследований». После выхода на пенсию в 1973г продолжал активную лекторскую деятельность и до конца жизни не прекращал наблюдений неба, используя самодельный 9-дюймовый телескоп, который по этой причине отказывался отдавать в музей. В 1931г награжден медалью им. Х.Джэксон-Гуилт Лондонского королевского астрономического общества за открытие Плутона и специальной медалью с изображением У. Гершеля.

1930г Роберт Джулиус ТРЮМПЛЕР (2.10.1886-10.09.1956, Цюрих, Швейцария, США с 1915г) астроном, изучив видимые размеры звездных скоплений и расстояния до них, доказывает, независимо от **Б.А. Воронцова-Вильяминова, существование межзвездного поглощения света** и установил возрастание плотности межзвездного газа к плоскости Галактики на основании изучения видимых размеров скоплений звезд и расстояний до них. Изучил более 300 рассеянных звездных скоплений на расстоянии до 3кпк, указав, что это самостоятельные системы с различным возрастом и в 1930г дал классификацию визуальных характеристик (цвет-величина). Система основана на степени концентрации звезд в центре скопления (обозначаемой римскими числами от I до IV в порядке уменьшения концентрации и контраста с звездным фоном), диапазоне яркости звезд скопления (от 1 до 3 в порядке увеличения диапазона яркостей) и видимом количестве членов, или "богатстве". Для обозначения богатства скопления используются буквы р (poor - "бедный" - для скоплений меньше 50 звезд), м (moderate - "умеренный" - для 50-100 звезд), и г (rich - "богатый" - для скоплений с числом звезд больше 100).



Определил размеры почти 100 скоплений, расстояния до них, их пространственное распределение в Галактике и измерил лучевые скорости звезд - членов скоплений.

Во время полного солнечного затмения 21 сентября 1922 в Австралии осуществил совместно с **У.У. Кэмпбелл** удачное наблюдение релятивистского отклонения лучей света звезд вблизи диска Солнца, что было одним из первых экспериментальных подтверждений общей теории относительности. Столь же широко известны его визуальные и фотографические наблюдения Марса во время противостояний 1924 и 1926. Составил первую фотографическую карту Марса по снимкам, полученным с помощью 36-дюймового рефрактора Ликской обсерватории.



Определил **состав, размер и структуру Галактики**, приняв в **1934г** расстояние до центра в 32000 св.лет, диаметр 100000 св.лет, толщину диска 10000 св.лет, массу в 165 млрд. солнечных и триллион звезд. По современным данным масса Галактики 200 млрд. масс Солнца и она состоит из:
Диск – плоское образование диаметром около 100000 св.лет, толщиной около 1000 св.лет, состоящее из звезд 1 типа, движущихся по концентрическим орбитам с возрастом от нескольких миллионов до 10млрд. лет. Молодые звезды придают диску голубоватый цвет, особенно вблизи края, где

Открытые 14 астероидов		
2839 Annette 5 октября, 1929	3775 Ellenbeth 6 октября, 1931	(6618) 1936 SO 16 сентября, 1936
2941 Alden 24 декабря, 1930	3824 Brendalee 5 октября, 1929	(7101) 1930 UX 17 октября, 1930
3310 Patsy 9 октября, 1931	4510 Shawna 13 декабря, 1930	(7150) 1929 TD 11 октября, 1929
3583 Burdett 5 октября, 1929	4755 Nicky 6 октября, 1931	(8778) 1931 TD 10 октября, 1931

их много. Внешние края слегка искривлены. Вещество концентрируется вдоль спиральных ветвей, плотность которых в 3-4 раза выше плотности в межзвездном пространстве. Межзвездное вещество содержит до 10% массы диска.

Балдж – вздутие в центре диска диаметром около 20000 св.лет и толщиной в 5000 св.лет образовано звездами 2 типа с низким содержанием металлов (до 1%). Центральная часть недоступна для оптического наблюдения, так как закрыта межзвездной пылью. Центр Галактики удален от нас на 28400 св.лет в направлении созвездия Стрельца. В центральной части ядра находится диск диаметром в 2000 св.лет, наклоненный под углом 20° к плоскости Галактики и содержащий 5% ее массы на 90% состоит из мало массивных и старых звезд. В самом центре (Стрелец А) – чрезвычайно активный объект, состоящий из трех отдельных компонентов: большого молекулярного комплекса, остатка сверхновой и сверх компактного источника излучения (черной дыры). Межзвездного вещества мало, однако имеется несколько гигантских молекулярных комплексов, являющихся источником излучения.

Гало – сферическая, почти не вращающаяся оболочка диаметром 100000 св.лет внутри которой находится диск и балдж. Состоит из шаровых скоплений и рассеянных в пространстве одиноких звезд, обращающихся вокруг ядра по эллиптическим орбитам. Они ровесники Галактики и составляют население 2-го типа и извне выглядят красноватыми. Доля межзвездного вещества меньше 0,1 массы Гало.

Невидимое вещество окружающее Гало, что сказывается на вращении Галактики. Его масса сопоставима с массой видимого вещества Галактики. С учетом его возможно размер Галактики в 2-3 раза больше видимого.

Образование получил в Цюрихском и Гёттингенском университетах (1906-1910гг). Работал в Швейцарском геодезическом комитете. С 1915 работал в США - в обсерваториях Аллегени (1915-1918гг) и Ликской (1918-1938гг), в 1938- 1951гг преподавал в Калифорнийском университете в Беркли. Член Национальной АН США (1932). Его именем назван кратер на Луне и кратер на Марсе. [Тихоокеанское астрономическое общество](#) учредило премию его имени.

1930г Декретом Совета Народных Комиссаров с 21 июня в СССР **устанавливается Московское (Декретное)** время 2-го часового пояса в котором находится Москва, переводом на один час вперед по сравнению с поясным временем (+3 к Всемирному или +2 к среднеевропейскому) с целью обеспечения в дневное время более светлой части суток. Отменено в феврале 1991г (с 31 марта) и опять восстановлено с 19 января 1992г. Сама Англия в 1968г также перешла на среднеевропейское добавив +1 час к Всемирному (Гринвичу).

Декретом отменяется (заменяется, перейдя на летнее время в 1930г, назад стрелки не переводились) действующее с 1917г переход на **летнее время** (20 апреля и возврат 20 сентября, устанавливаемое ежегодно постановлением правительства), которое возобновится лишь в 1981г. Существенно изменяется распределение по часовым поясам краев и областей.



1930г Альбрехт Отто Иоганнес УНЗОЛЬД (Unsold, 20.04.1905-23.09.1995, Больхайм, Германия) астроном показал, что ионизация водорода должна сильно влиять на стабильность солнечной атмосферы. Нашел, что в ее глубоких слоях, где водород частично ионизован, должны развиваться конвективные движения, которыми может

объясняться наблюдаемая грануляция на поверхности, а также некоторые явления солнечной активности.

Основные научные работы посвящены теории звездных атмосфер.

В 1927г начал заниматься теорией образования линий поглощения в спектрах звезд, исследовал влияние различных расширяющих механизмов на форму и интенсивность линий поглощения.

В 1932 разработал метод весовой функции для расчета интенсивностей слабых фраунгоферовых линий и крыльев сильных линий. Рассчитал таблицы, описывающие строение атмосфер Солнца и красных гигантов.

Рассмотрел теоретические проблемы, связанные с исследованием химического состава атмосфер Солнца и звезд, определил содержание химических элементов в солнечной атмосфере и протуберанцах, впервые получил надежные оценки содержания элементов в атмосфере горячей звезды (т Скорпиона).

Выполнил ряд работ по радиоастрономии.

Образование получил в Тюбингенском и Мюнхенском университетах, учился у физика **А. Зоммерфельда**. В 1929г - профессор физики и астрофизики Мюнхенского университета, в 1930-1932гг - профессор Гамбургского университета. С 1932г - профессор теоретической физики, директор Астрономического института и обсерватории Кильского университета. Медаль им. К. Брюс Тихоокеанского астрономического общества (1956), Золотая медаль Лондонского королевского астрономического общества (1957). Автор фундаментальной монографии «Физика звездных атмосфер» (1-е изд. 1938, 2-е изд. 1955, рус. пер. 1949). В честь его назван астероид №2842.



1930г Бернхард Вольдемар ШМИДТ (Schmidt, 30.03 (11.04).1879-01.12.1935, остров Найссаар (вблизи Таллина), Эстония) оптик, построил **первый комбинированный зеркально-линзовый телескоп большой светосилы** (1:1,75), свободный от комы с диаметром объектива 44см и полем зрения в 16° , поставив перед сферическим зеркалом корректирующую стеклянную пластину диаметром 36см (рефлектор системы Шмидта (или камера Шмидта) - система одна из лучших в телескопостроении, т.к. имеет огромное поле зрения до 25°). В работе «Светосильная зеркальная система, свободная от комы» (1932г) впервые дал описание новой системы телескопа.

Кустарным способом изготавливал отличные зеркала, свободные от сферической аберрации, по заказам изготавливал объективы для рефракторов и рефлекторов, превосходящие объективы более крупных инструментов, изобретал и конструировал новые телескопические системы.

В 1903г изготовил объектив с небывалой для того времени светосилой 1:5. Совершенство своя систему добился к 1930-м годам светосилы 1:1 (в современных вариантах его объективы достигли светосилы 1:0,5).

В 1909г изобрел и построил горизонтальный телескоп с неподвижным параболическим зеркалом и подвижным плоским, суточный ход которого обеспечивался с высокой точностью с помощью водяных часов.

К 1916г изготавливал параболические зеркала с кружком рассеивания $0,2''$. Изобрел авиационный перископ с полем зрения 100° , гастроскоп (патент 1926г) и другие приборы в годы войны.

С помощью камеры Шмидта (имеют многие обсерватории мира в том числе и 3 на территории СССР) диаметром 48 дюймов в обс. Маунт-Паломар к 1980г составлен фотографический "Паломарский атлас" 10млн. галактик до 20^m . Атлас содержит 1000 фотографий в синих лучах и 1000 в красных лучах, каждая из которых охватывает область неба размером $6'' \times 6''$. Атлас стал основой дальнейших работ по составлению "Обширного и морфологического каталога галактик", "Атласа взаимодействующих галактик" (**Б.А. Воронцова-Вильяминова**).

Всемирно известный телескоп системы Шмидта (коррекционная пластина 122 см, сферическое зеркало 183 см) установлен в обсерватории Маунт-Паломар в Калифорнии. При светосиле 1:2,5 его полезное поле равно 6. За 10 мин экспонирования на нем можно получить изображения звезд до 20-й звездной величины. Этот телескоп был использован при составлении подробной карты неба, известной под названием Паломарского атласа. Один из самых крупных и совершенных телескопов этого типа вступил в строй в Бергедорфской обсерватории в 20-ю годовщину со дня смерти Шмидта. Наибольший телескоп системы Шмидта изготовлен в Йене народным предприятием «Карл Цейс» и установлен в обсерватории Таутенбург (близ Йены). Диаметр коррекционной пластины этого инструмента 134 см, диаметр зеркала 2 м, фокусное расстояние 4 м, полезное поле на фотопластинке размером 24×24 см равно примерно 5.

В 15 лет при испытании самодельной ракеты потерял кисть правой руки. В 1896-1901гг был телеграфистом, фотографом, рабочим на заводе электрических машин. В 1901 поступил в Политехнический институт в Гетеборге (Швеция), затем переехал в Германию, где продолжал учебу в техникуме в Митвейде, окончив неполный курс, занимался теорией под руководством профессора **Шорра** - директора Бергедорфской обсерватории (близ Гамбурга). В 1904г из-за отсутствия средств вынужден был оставить учебу. Оборудовал в Митвейде небольшую оптическую мастерскую по изготовлению параболических зеркал для любителей астрономии, а также построил небольшую обсерваторию. В 1916 начал сотрудничать с Бергедорфской обсерваторией (вблизи Гамбурга), в 1926 был зачислен в ее штат. С 1928 постоянно жил в Бергедорфе.



1930г **Рихард Рейнхард Эмиль ШОРР** (20.08.1867-21.09.1951, Германия) астроном, профессор, сотрудничая с оптиком **Б.Шмидтом**, выделил ему место в обсерватории для проведения работ и он изготовил несколько новых телескопов для обсерватории, а в 1930г когда Шмидт разработал конструкцию **камеры Шмидта**, то предложил построить первую камеру Шмидта в Гамбургской обсерватории.

С 1905г по 1928г организовал 8 экспедиций для наблюдения солнечных затмений в разных частях мира, в 7 из них участвовал сам.

Инициатор составления ряда звездных каталогов, наиболее известным из которых является **AGK2**, работы по составлению которого шли с 1913г по 1920г. За это время он с коллегами обнаружили 30 новых астероидов и новую комету, **D/1918 W1** (Шорр).

С 1889г по 1891г работал помощником редактора **Astronomische Nachrichten** в обсерватории в Киле. С 1892г работал в **Гамбургской обсерватории**, сначала в качестве наблюдателя, а после смерти в 1900 году директора обсерватории **Г.Рюмкера** Шорр стал директором обсерватории. Главной его задачей в первые годы работы было строительство нового здания обсерватории в Бергедорфе (район Гамбурга). Новое здание обсерватории открылось в 1912г. После прихода к власти нацистов ушел в отставку с поста директора Гамбургской обсерватории, сделав своим преемником на посту директора обсерватории **О.Хекмана**. Основные труды относятся к астрометрии, исследованиям звезд и наблюдениям солнечных затмений. В его честь названы кратер на Луне и астероид № 1235.

1930г 2 октября 1930г общее собрание Академии наук вынесло постановление об организации Комиссии по исследованию Солнца (КИСО), чего долго и настойчиво добивался академик **А.А. Белопольский**. Председателем

КИСО при ее основании стал академик **А.А. Белопольский**, его заместителем — **Б.В. Нумеров**, ученым секретарем — **Д.И. Еропкин**. Позднее, после конфликта, возглавил КИСО **Б.В. Нумеров**.

До Октябрьской революции существовал подобный орган. Это было Русское отделение Международной комиссии по Солнцу. Современники писали о причинах прекращения его деятельности так: «Ввиду перехода Международной комиссии по исследованию Солнца в Институт при Лиге Наций, старая Комиссия МКС была упразднена».

Программа КИСО была весьма впечатляющей как по объему, так и по стройности. Вот план ее на 1931 год:

Тема 1. Солнечный спектр.

1. Теория линий Бальмеровской серии (Амбарцумян).
2. Теория контуров теллурических линий (Еропкин).
3. Экспериментальные исследования контуров теллурических линий (Еропкин).
4. Изменение контуров фраунгоферовых линий по диску Солнца (Мартынов).

Тема 2. Вращение Солнца.

1. Изучение вращения Солнца в связи с периодичностью его деятельности (Белопольский).
2. Вращение Солнца в зависимости от широты (Белопольский).
3. Определение закона вращения Солнца по протуберанцам (Перепелкин).
4. То же по эмиссионным линиям в хромосфере (Перепелкин).

Тема 3. Физика глубоких слоев Солнца.

1. Изучение отклонений от термодинамического равновесия (Амбарцумян).
2. Распределение температуры в пятнах (Амбарцумян).
3. Происхождение магнитных свойств пятен (Амбарцумян).
4. Исследование сплошного спектра пятна; исследование молекулярных полос в спектре пятен; исследование контуров линий с целью выяснения распределения элементов во внешних слоях пятен (Козырев).

Тема 4. Физика внешних слоев Солнца.

1. Статистические исследования с лучевыми скоростями протуберанцев и хромосферы (Перепелкин).
2. Фотометрический анализ зодиакального света по высокогорным наблюдениям (Еропкин).
3. Опыт спектроскопии зодиакального света по высокогорным наблюдениям.

Тема 5. Экспедиционные работы.

(Выбор места Гелиофизической обсерватории, высокогорные исследования зодиакального света.)

Тема 6. Конструкция приборов

1930г Установлено, что **атмосфера Венеры состоит из углекислого газа и задерживает тепло (У.С. Адамс, Т. Дэнхем)**. У ученых существовало две точки зрения на Венеру: раскаленная пустыня или почти полностью покрыта водой, в которой могут развиваться примитивные формы жизни, как это было на Земле.

В 1932г в атмосферах Юпитера и Сатурна обнаружены метан и аммиак с помощью спектрального анализа.

1930г **Вольфранг Эрнст ПАУЛИ** (Pauli, 25.04.1900-

15.12.1958, Вена, Швейцария) физик-теоретик, один из создателей квантовой механики и релятивистской квантовой теории поля, предсказывает существование нейтрино (название дано **Э. Ферми** (1934г)) и в 1933г дает теоретическое обоснование его свойств. Доказано экспериментально в 1953-56гг в опытах американскими физиками **Ф. Райнес** и **К. Коуэн**, обнаружили в эксперименте на ядерном реакторе. Теория двухкомпонентного нейтрино (нейтрино – антинейтрино) разработана в 1957г в работах **Ли Цзундао, Ян Чжаньшина, Л.Д. Ландау** и **А. Салам**.

Солнечное нейтрино было зарегистрировано в 1970-х годах **Р. Девисом** с коллегами из Брукхейвенской национальной лаборатории (США) в бывшей золоторудной шахте в шт. Южная Дакота, на глубине 1,5 км. Там поместили цистерну объемом 1,5 млн. л, наполненную чистым жидким тетрахлорэтиленом C_2Cl_4 . Нейтрино взаимодействует с ядрами хлора-37, которых очень много в этой жидкости, превращая их в ядра аргона-37. После нескольких недель экспозиции из резервуара выделяются ядра аргона и по их количеству определяется поток нейтрино.



Другим астрономическим источником нейтрино служат взрывы сверхновых звезд. Во время вспышки Сверхновой 1987А в соседней галактике Большое Магелланово Облако подземные детекторы нейтрино в лабораториях разных стран зарегистрировали короткий импульс потока нейтрино. Предполагается также, что источником нейтрино могут служить активные ядра галактик, черные дыры и аннигиляция вещества с антивеществом.

Первая работа (1918г) посвящена математическим вопросам единой теории гравитации и электромагнетизма.

Ввел понятие спина (1927г), сформулировал работая в Копенгагене (1925г) принцип, названный его именем. «Принцип запрета» - открыл одно из самых важных правил квантовой механики, давший ключ к правильному пониманию периодической системы, за что в 1945г удостоен Нобелевской премии.

В 1927г опубликовал статью, объясняющую природу парамагнетизма металлов, в которой сделал вывод, что поведение электронов в металлах подчиняется законам, основанным на принципе запрета, а не классическим статистическим законам. Совместно с **В.К. Гейзенберг** предпринял попытку формулировки квантовой электродинамики, введя общую схему квантования полей (выдвинул единую теорию элементарных частиц) и заложив тем самым основы систематической теории квантования полей.

Окончил Мюнхенский университет в 1921г. В 1921г защитил докторскую диссертацию. В 1921–1922гг был ассистентом **М. Борна** на кафедре теоретической физики в Гёттингенском университете. В 1922–1923гг работал в Институте теоретической физики в Копенгагене. В 1923г – доцент университета в Гамбурге; с 1928г – профессор Высшего технического училища в Цюрихе (кроме 1935–1936гг и 1940–1946гг, когда он работал в Институте фундаментальных исследований в Принстоне).

Член Лондонского королевского общества. Удостоен Нобелевской премии по физике (1945г), медалей Х.Лоренца (1930г), Б.Франклина (1952г), М.Планка (1958г). Труды по теории относительности, магнетизму, мезонной теории ядерных сил, квантовой теории, физике элементарных частиц и др.

1930г 13 августа в джунглях Амазонки (северо-запад Бразилии на границе с Перу и Колумбией возле индейского поселка на реке Курусса) в 8 утра Солнце окрасилось красноватым цветом, наступила ночь, и с неба посыпался пепел. Раздался жуткий свист и грохот, сверкающие как молния шары падали с грохотом. Земля трижды содрогнулась от толчков, подобных землетрясению до 7 баллов. Пепел падал всю первую половину дня, покрыв полностью траву и листья. Взрыв слышен был в 240 км от эпицентра (из отчета монаха ордена капуцинов **Феделе Д'Альвиано** 1 марта 1931г в Риме в папской газете *Osservatore Romano*. (В 1931г **Л.А. Кулик** опубликовал статью «Бразильский близнец Тунгуски»)

Вспомнили об этой «Бразильской Тунгуске» лишь в 1995г. Директор Армагской обсерватории (Сев. Ирландия) произведя расчеты указал, что происшествие совпадает с действием метеорного потока Персеид, взрыв ~ 1 мегатонна тринитротолуола (в 10-15 раз меньше Тунгусского) на высоте 5-10 км. Снимки со спутника LANDSAT показали существование трех депрессий – одно

изолированное диаметром 1км с выраженной кольцеобразной структурой и два меньших близких.

Экспедиция 1997г под руководством астрофизика Рамира да Реза (обср. Рио-де-Жанейро) обнаружила все три депрессии и следы пожара, но никаких следов метеорита не нашла.



1930г **Леонид Алексеевич КУЛИК** (19.08(1.09).1883-14.04.1942, в Дерпт (ныне Тарту, Эстония), СССР) минеролог, исследователь метеоритов, возглавлял шесть экспедиций в 1927-1936гг в Сибирь к месту падения Тунгусского метеорита. Аналогичные экспедиции возглавил по исследованию Тунгусского метеорита в 1938 и 1939 годах. Обнаружил радиальный характер сплошного вывала леса в месте падения, настойчиво искал остатки метеорита, организовал аэрофотосъемку местности для более детального изучения характера взрыва, которым сопровождалось падение метеорита.

Осуществил многочисленные поездки в различные места страны для изучения обстоятельств падения и поисков метеоритов, в 1921-1922 руководил метеоритной экспедицией АН СССР.

В 1926г пытался связать наблюдаемые серебристые облака 30 июня 1908г и в последующие 2 дня с падением Тунгусского метеорита, объясняя их образование конденсацией пара на частицах метеорного происхождения или вообще частицах метеорной материи. Идея была общепринятой в течение 30 лет что серебристые облака – это скопление метеоритной пыли на большой высоте и в 70-х годах подтверждена.

В 1931г написал статью «Бразильский близнец Тунгуски» по факту падения аналогичного метеорита 13 августа 1930г в Бразилии.

В 1903-1904гг учился в Петербургском лесном институте, в 1924г окончил Ленинградский университет по специальности "минералогия". С 1912г работал в Минералогическом музее Петербургской АН, где в 1918 начал заниматься метеоритикой под руководством В.И. Вернадского. В 1921г по его и В.И. Вернадского инициативе при Минералогическом музее был создан Метеоритный отдел, ставший важным центром метеоритики в СССР. Был одним из организаторов метеоритных исследований в СССР. Осуществил многочисленные поездки в различные места страны для изучения обстоятельств падения и поисков метеоритов, в 1921-1922гг руководил метеоритной экспедицией АН СССР. После организации в 1939г Комитета по метеоритам АН СССР Кулик стал его первым секретарем.

В июле 1941г вступил в ряды ополчения, был ранен и попал в плен, где в фашистском концлагере умер от сыпного тифа в г.Спасс-Деменск Смоленской обл. Похоронен местными жителями, сохранившими его могилу. Его именем назван кратер на Луне и малая планета №2794.

Продолжение следует....

Анатолий Максименко,
любитель астрономии, <http://www.astro.websib.ru>

Веб-версия статьи находится на
<http://www.astro.websib.ru>

Публикуется с любезного разрешения автора

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ 19 ВЕКА



Астрономы на воздушном шаре.

Из ТОРНА от 8 октября н.ст.

Минувшего сентября 20 число ознаменовано было весьма важным для города нашего торжеством. В сей день заложен здесь памятник, по повелению правительства, славному астроному Копернику. Он родился в сем городе в 1473 году, и здесь же умер семидесяти лет от рождения. Дом, в коем сей великий человек родился, существует и по сие время. СЕВЕРНАЯ ПОЧТА. 6 ноября 1809 г.

НОВАЯ КОМЕТА

Директор обсерватории в Марсельи г. Бланьпень открыл 29 ноября в 5 часов утра новую комету, которую однако ж видеть невозможно. СЕВЕРНАЯ ПОЧТА. 24 декабря 1819 г.

Из ГАМБУРГА, от 27 августа н.ст.

Славный астроном Гершель, коему минет уже скоро 84 год, говорит еще, несмотря на долговременное его пребывание а Англии, весьма хорошо по-немецки. Британский климат весьма не благоприятствует астрономическим наблюдениям. Гершель полагает на целый год токмо около ста часов совершенно ясного времени. Все, что он открывает нового, сообщает он начальнику обсерватории в Гринвиче, который потом имеет уже попечение о сделании исчислений и о подробнейших наблюдениях. По мнению Гершеля на

подробное и совершенное рассмотрение всего неба, потребно не менее – девятисот лет. СЕВЕРНАЯ ПОЧТА. 3 сентября 1819 г.

Из ДЕРПТА, от 15 июля

Г. Ламберти, известный доктор философии, при наблюдениях своих над появившеюся недавно кометою употреблял с хорошим успехом изобретенный им *кометометр*. Сей весьма простой инструмент может быть также очень полезен при земляных геометрических и особенно военных измерениях. Можно сказать, что ни один инженер не захочет обойтись без оного, ибо простотою своею и удобностью в употреблении, превосходит он все до сих пор известные астролябии. Помянутый инструмент есть тот самый, посредством коего г. Ламберти производил некоторые астрономические наблюдения. Сей опыт, как видно из Астрономических записок г. Боде, был весьма благоприятно принят астрономами. СЕВЕРНАЯ ПОЧТА. 23 июля 1819 г.

Из СМОЛЕНСКА, от 25 августа

По известиям из Юхновского уезда сей губернии. 29 числа минувшего июля упал с воздуха на двор одного крестьянина камень, который по падении вошел в землю на 9 вершков. По вынутии из земли камень сей оказался правильной пирамидальной фигуры, но с неравною нижнею частию, а поверхность оного как бы облита темнобагровою шероховатою краскою, по всем углам и краям оного верхняя материя будто обита, но довольно ровно, а под оною виден серый цвет камня с металлическими искрами. Сей камень весит 7 фунтов, и имеет длины с одной стороны $3 \frac{1}{4}$, а с другой противоположной $2 \frac{1}{2}$ вершка, прочие же две стороны соразмерной величины.

СЕВЕРНАЯ ПОЧТА. 7 сентября 1818 г.

БОЛИД

По известиям из Бордо, в последних числах ноября появился между созвездиями Кассиопеи и Дракона великолепный болид, который шел по направлению к Млечному Пути.

ВСЕМИРНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ. 13 декабря 1875 г.

НОВАЯ ПЛАНЕТА

Астрономом Пализа, адъютантом императорской обсерватории в Вене, открыта 18-го января, в группе между Марсом и Юпитером, 221-я планета 11-й величины. Во время открытия ее, она находилась на 10h 11m 38s прямого восхождения $10^{\circ} 59'$ северного уклонения от экватора

ВСЕМИРНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ. 20 февраля 1882 г.

ПЕРВЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ

Директор парижской обсерватории, адмирал Мушес, предпринимает устройство астрономического музея. Министр финансов ассигновал для этой цели довольно значительную сумму денег, и в настоящее время уже приступлено к заказу предметов. Цель музея заключается в устройстве следующих коллекций: 1) коллекция портретов астрономов и ученых, содействовавшим успехам астрономии; 2) коллекция

медалей или же их копий, розданных различными академиями за выдающиеся труды по астрономии; 3) коллекция рисунков, гравюр и фотографий, изображающих небесные тела и астрономические явления в таком виде, как они представляются в лучшие трубы; 4) коллекция древних инструментов, составивших эпоху в науке. Музей будет открыт для публики бесплатно. Нельзя не отнестись сочувственно к этому учреждению, и надо полагать, что и у нас, в России, со временем будет нечто подобное.
ЖИВОПИСНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 5 ноября 1879 г

АЭРОЛИТЫ

Некоторые иностранные газеты сообщили на днях, как о «небывалом факте» о смерти одного человека в Америке, убитого в поле аэролитом. Это вовсе не беспримерный факт и Гумбольдт, в своем «Космосе» упоминает о трех таких случаях: именно в 1559 году 4 сентября, монах в Креме; в 1650 г. другой монах в Милане и в 1674 г. два шведские матроса, находясь на корабле были убиты слетевшими с неба аэролитами.
ЖИВОПИСНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 26 мая 1879 г

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ

Астрономический мир поражен неожиданным сообщением, что на нашей Луне образовалась новая огнедышащая гора. Открытием этим мы на это раз обязаны доктору Герману Клейну в Кёльне, который в течение последних двенадцати лет специально занимался исследованием поверхности Луны. До сих пор все, произведенные в течение более ста лет, исследования Шретера, Гершеля, Медлера и др., об образовании на луне нового кратера, были тщетны, так что полагали, что Луна совершенно выгоревшее, окаменевшее тело, мертвый мир. Такое мнение оказывается ныне ошибочным, так как теперь доказано, что на луне происходит деятельность могучих сил. По сообщению доктора Клейна новый кратер находится в средней части Луны, на западе от другого кратера Гигинуса, на большой равнине, и представляется в период первой четверти луны черною бездною, в 4000 метров а диаметре. Внутреннее его пространство, следовательно, так велико, как занимаемое городом Кёльном пространство. Он превосходит все кратеры на нашей земле. Все пространство на запад от кратера покрыто обломками скал.
ЖИВОПИСНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 2 июля 1878 г.

Новый кратер, близ Гигинуса, на Луне, открытый пять лет тому назад доктором Клейном в Кёльне, был наблюдаем внимательно в течение последних четырех лет директором афинской обсерватории, доктором И.Шмидтом. Он находит, что кратер этот виден за последнее время не так ясно, как прежде. Причиной этому, по его мнению, служит постоянное видоизменение парообразной оболочки луны, а также возвышение почвы. При благоприятных условиях атмосферы, говорит он, можно разглядеть совершенно ясно справа и слева от нового кратера два невысоких ряда холмов, которых он не замечал сначала, когда только нашел новый кратер. Холмы эти отчасти мешают рассмотреть надлежащим образом положение кратера. Кроме того, небольшой кратер, лежащий к югу от нового, заслоняет его собою, так что он имеет скорее вид громадного пятна. Доктору Клейну удалось рассмотреть однажды, при совершенно чистом воздухе окрестную местность кратера. Она вся усеяна множеством скалистых осколков и окружена трещинами с остроконечными краями. Кроме того, в южной части видны многочисленные мелкие кратеры, которые так малы, что их невозможно ни описать, ни определить их величину. По словам доктора Клейна, вулканическое действие кратера еще не скоро окончится.
ВСЕМИРНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ. 27 февраля 1882 г.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН НА ПОГОДУ

Тщательные наблюдения естествоиспытателей показали, что между солнечными пятнами и градом существуют положительная связь, так что в тот год, когда на солнце много пятен, всегда бывает часто град. В 1882 году на солнце замечены необыкновенно большие группы пятен, следовательно в этом году должно ожидать сильного града.
ВСЕМИРНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ. 24 июля 1882 г.

ПАРЫ НАТРИЯ В КОМЕТЕ

Бредихин, известный наш астроном, нашел, что в нынешней комете отчетливо обнаруживаются пары металла натрия. Мая 23-го он измерил в полночь положение одной очень светлой полоски в желтой части кометного спектра, и сравнил утром, 24 мая, эти измерения с положением спектральных линий на Солнце, нашел для нее ту длину эфирных волн, которые соответствуют натрию. Ночью, 25-го мая, полоска эта была не столь ярка, что можно было непосредственно сравнить ее со светлой двойною линию, которую давал в спектроскопе поставленная пред объективом рефрактора свеча, светильня коей была напитана поваренною солью, т.е. хлористым натрием. Совпадение этой линии с полоской кометного спектра было поразительно.
ВСЕМИРНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ. 19 июня 1882 г.



ЛУНА В КАЧЕСТВЕ ЗЕРКАЛА ЗЕМЛИ

Президент британского астрономического общества г.Кромлик недавно сделал удивительное предложение употребить Луну в качестве зеркала земли для определения неисследованных местностей земли. На эту оригинальную мысль навело его последнее лунное затмение. Он заметил, что можно различать на луне тень местности, расположенной вблизи Южного полюса, и что посредством наблюдений можно было обнаружить нахождение вокруг высоких гор. По словам этого ученого, во время лунных затмений по ней можно будет определить, имеются ли на нем особенные конфигурации.
ЖИВОПИСНОЕ ОБОЗРЕНИЕ. 27 марта 1905 г.

Валентин Ефимович Корнеев,
доктор исторических наук, профессор

Специально для журнала «Небосвод»

“Ars Astronomica” - Астрономическое искусство



Лидия Львовна Чинарова

В польском городе Ченстохова подведены итоги третьего международного конкурса «Астрономическое искусство». Лауреатом первой степени стала Лидия Львовна Чинарова, научный сотрудник астрономической обсерватории Одесского национального университета им. И.И. Мечникова. Она представила две картины маслом, которые после конкурса будут экспонированы в планетарии г. Ченстохова, а также некоторые из ее стихов – эпиграфов к пока не опубликованному фантастическому роману. Л.Л.Чинарова - автор 63 научных работ в престижных журналах, включенных в международную наукометрическую базу ADS. Кроме исследований переменных звезд разных типов, активно занимается популяризаторской деятельностью.

Что есть начало...

Что есть начало, что его конец?,
 Переплелось все в жизни воедино.
 Стремимся мы найти предел - венец,
 Достигнув же, проходим часто мимо.
 Мысль, Жизнь, Мечта, Порыв, Удар, Любовь
 Запутались, порвались, потерялись...
 В клубке времен и множестве миров
 И люди, и события остались.

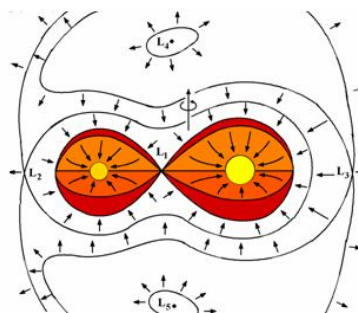
И если в жизни есть вершиною венец,
 То нам все кажется он очень малым.
 Какая разница - начало или конец,
 Когда конец является началом?



Марс

Кружась во мгле, летит планета
 Без цели, без мечты, в тиши,
 Забыв и красочность рассвета,
 И гомон жизни в забытьи.

В пучине времени бескрайней,
 Познав стихии беспредел,
 Летит своей дорогой дальней,
 Среди таких же мертвых тел.
 Преобразился лик планеты ,
 Но помнят камни и пески
 И стон природы - шепот ветра,
 Долины, реки и ручьи.
 Теперь Марс - красная планета -
 Гоняет ржавые пески.
 А Страх и Ужас в небе где-то
 Взирают на следы войны.
 В раздумье он летит, как прежде:
 «Увы, возврата к жизни нет»!
 Летит, лишь теплится надежда
 Среди стареющих планет.



«Силы в двойной системе». Иллюстрация из книги: Л.Л.Чинарова «Двойные звезды и их эволюция» (электронная версия доступна на сайте <http://chinarova.pochta.ru>).

Поверь и воплоти мечту!

Преображая мир вокруг,
 Мы воплощаем миг фантазий,
 Иллюзий добрых чистый круг,
 Что жизнь всем делает прекрасней.
 Мечтая вслух, мы так смешны,
 Не поняты и одиноки,
 Пытаясь вдунуть дух весны
 В сердца, как истые пророки.
 Назло врагам прими судьбу:
 Живи, твори, гони сомненья!
 Поверь и воплоти мечту!
 В ней смысл весь нашего творенья!



Иван Леонидович Андронов

Специально для журнала «Небосвод»

Итоги конкурса "Лучшая фотография кометы C/2011 L4 (PANSTARRS)"



Комета PANSTARRS (C/2011 L4). Фото: Денис Ромазан - 2 место



Фото: Павел Константинов - 4 место



Фото: Павел Смилык - 1 место



Фото: Сергей Галлиев - 3 место

С марта – май 2013 года организаторами сайта pathspace.ru проводился конкурс на лучшую фотографию кометы C/2011 L4 (PANSTARRS). На конкурс прислали 79 фотографий из Северного полушария. Все фотографии вы можете посмотреть в нашей группе "Pathspace - Путь Вселенной" в социальной сети "ВКонтакте".

Напомним, что комета C/2011 L4 (PANSTARRS) — неперIODическая околосолнечная комета. Комета была открыта в июне 2011 года, с помощью телескопа системы Pan-STARRS, расположенного рядом с вершиной Халеакала, на острове Мауи (Гавайи). 5 марта 2013 года комета PANSTARRS прошла на расстоянии 1,09 а.е. от Земли. 10 марта 2013 года, комета прошла перигелий. Комета C/2011 L4 пришла из Облака Оорта. По расчетам ученых орбитальный период кометы составляет около 110 000 лет.

На момент открытия комета была больше + 19 звездной величины. Сначала комету можно было наблюдать в южном полушарии Земли, после прохождения перигелия 10 марта комета стала доступна для наблюдения в северном полушарии. Было подсчитано, что максимальная яркость кометы достигла между 8 и 12 марта 2013г, ее яркость была около +1, дальше яркость стала уменьшаться. 17-18 марта достигла + 2,8.

Комета была видна вечером, сразу после заката. Сначала очень низко над горизонтом, а затем постепенно каждый день поднималась все выше. В начале апреля комета проходила по созвездиям Андромеда и очень эффектно смотрелась рядом с галактикой Андромедой. На фотографии нашего первого победителя Андромеда кажется даже меньше кометы, но на самом деле Андромеда намного дальше.

Сейчас еще возможно увидеть комету PANSTARRS, но она стала настолько тусклой, что под силу технике с большой апертурой. В конце июля она ослабевает до + 12,0.

Фотографировать кометы не так легко, у каждой кометы своя траектория движения и скорость. На момент максимальной яркости кометы в марте сильно мешало наблюдению закатное яркое небо. Когда темнело, комета быстро перемещалась за горизонт, ее звездная величина была уже не настолько яркой, чтобы ее легко можно было найти на засвеченном небе в крупных городах. К концу марта и в апреле комету стало удобнее наблюдать и фотографировать. Небо - фон для кометы уже был черный и не так мешала полоса смога и засветки. На протяжении лучшей видимости кометы постоянно портилась погода. Но все таки не смотря на все трудности, участникам конкурса удалось запечатлеть удивительные кадры нашей незваной гости.

По оценкам Жюри (астрофотографы: Дмитрий Колбов, Максим Хисамутдинов, Александр Обухов, организаторы группы и сотрудник Омского планетария - Андрей Никифоров.)

1 место - Павел Смилык

"Это первая моя комета, которую я снимал. Хотя, я случайно снял зимой комету C2012 K5. Сложности в съемке в основном преподносила погода и холод. Впечатления грандиозны, ибо глядя на снимок понимаешь и видишь динамику космоса. Она ведь где-то летит, очень интересно было бы посмотреть на нее с близкой орбиты. Возможно, именно после этого момента, мой взор и интерес проник в кометный мир. Осенью прошлого года я стал обладателем мобильной монтировки Astrotrac. С тех времен увлечен астрофотографией. В основном я фотографирую в 30-60 км от города. Небо там достаточно темное. Глушь. Холодно правда. Замерзает все мгновенно. На съемку также выезжал в Египет в Марса-Аламе. Мне понравилось. Тепло, комфортно, с удовольствием выберусь туда еще. В августе мы едем на Майданак (Узбекистан)" - Павел Смилык.

2 место - Денис Ромазан

"Первые сложности - это конечно, ожидание видимости кометы в северном полушарии, приходилось довольствоваться снимками фотографов из южных широт и готовить оборудование.

Но когда началась видимость, пришла вторая беда - отсутствие погоды. Приходилось только ждать и завидовать первым результатам из северного полушария. Комета C/2011 L4 - третья комета, которую мне доводилось снимать. Так же были C/2009 P1 (Garrad) и C/2011 R1 (McNaught), но хороших снимков этих двух комет у меня не вышло.

Увлекаюсь астрофотографией уже около двух лет. Начал фотографировать со штатива, потом достаточно быстро понял, какое оборудование мне нужно, постепенно его приобрел и процесс пошел. Меня больше привлекает съемка объектов дальнего космоса. Моё обычное место съемки находится всего в 10 км от Днепропетровска. Достаточно сильная засветка от города, ветер часто приносит смог, но с этим можно пока мириться и снимать достаточно успешно. Не исключаю в ближайшем будущем переезд всего оборудования под более темное небо." - Денис Ромазан.

3 место - Сергей Галлиев

"Данная комета-первая, которую мне пришлось снимать за мой небольшой опыт. Само собой, сам факт ее появления меня впечатлил. Вообще что-то новое всегда немного сложное. Сложность съемки свойственна всем ярким кометам - собственное движение независимо от вращения Земли. Поэтому сложить кадры получилось не сразу, пришлось изучать астрофорум, благо всегда стараюсь почитать там информацию. Непосредственно астрофотографией я увлекаюсь полгода. А самой астрономией чуть больше года. Фотографировал изначально со штатива и со своего первого телескопа на монтировке Добсона (съемка планет). Лишь в марте я начал снимать на астрографическом оборудовании. В 99% случаев я фотографирую в городе со своего балкона. Это накладывает определенные сложности съемки на длинных выдержках. Фотографии порой очень сложно обработать. Изредка с местными любителями выбираемся подалее от города. Там снимаю звездные поля и Млечный путь." - Сергей Галиев.

4 место - Павел Константинов

4 место выбирали "жители группы" в социальной сети "ВКОНТАКТЕ" среди 6 участников, набравшие по оценкам жюри от 4 - 9 места.

"В целом впечатления от съёмки остались положительные, т. к. эта комета и подтолкнула меня на первый опыт астрофотографии, что тоже не менее интересно, чем просто наблюдения в окуляр. Видел за всю жизнь только две кометы саму PANSTARRS и комету Хейла-Боппа. Астрофотографией увлекаюсь года два, но до появления в небе этой кометы фотографировал просто на цифромыльницу. Так совпало, что когда появилась комета Панстаррсс у меня уже была зеркалка, и я решил попробовать снять с помощью неё." - Павел Константинов

Поздравляем 4 победителей с победой! Спасибо всем за участие, за ваши красивые работы!

Мы планируем новый конкурс с кометой ISON, как только она станет наблюдаемая в северном полушарии.

Валерия Силантьева, астрофотограф, любитель астрономии.

www.pathspace.ru pathspace@yandex.ru

Специально для журнала «Небосвод»

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Астероид Zimin из семейства Весты

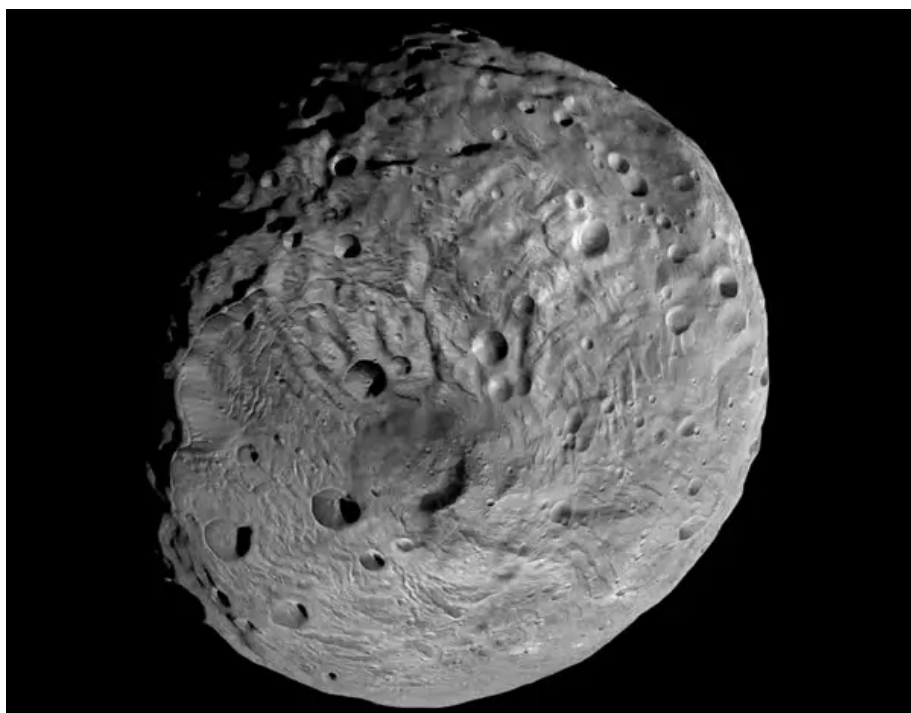
28 апреля 2013 года в Политехническом музее Москвы состоялось празднование 80-летия Д. Б. Зимины. В этот день российские астрономы преподнесли юбиляру единственный в своем роде подарок — астероид Zimin и метеорит, в свое время бывшие частями 570-километрового астероида Веста. Астероид, который ныне по решению Международного астрономического союза носит имя Zimin, был открыт 6 января 2008 года астрономами Тимуром Крячко и Станиславом Коротким на Северо-Кавказской астрономической станции Казанского университета. Эта станция находится рядом с БТА CAO РАН (Большим телескопом азимутальным специальной астрофизической обсерватории РАН).

Лишь несколько человек были посвящены в идею подарка за полгода до юбилея, и только 28 апреля тайное стало явным. «А теперь Владимир Георгиевич Сурдин расскажет, что Дмитрий Борисович Зимин — вовсе даже не человек», — весело объявил ведущий вечера Александр Гаврилов. Сурдин, лауреат премии «Просветитель», один из авторов идеи подарка, коротко рассказал об астероиде и метеорите, а Тимур и Станислав преподнесли Зимину сертификат Международного астрономического союза.

Помимо астероида, носящего теперь имя Zimin и облетающего Солнце раз в 4 года, юбиляру преподнесли метеорит, химический состав которого позволяет говорить о том, что он откололся от Весты в одно и то же время и в том же месте, что и астероид Zimin. Не исключено, что метеорит и сам когда-то был частью астероида Zimin. Юбиляру подарили и фотографию Весты, недавно переданную межпланетным зондом Dawn (NASA), на которой отлично видно место рождения астероида и метеорита.



Метеорит, бывший 2,5 млрд. лет назад частью Весты. Изображение с сайта <http://elementy.ru>



Астероид Веста. Фото: Dawn (NASA) с сайта <http://elementy.ru>

В отличие от фабрик «воздуха», лихо и за огромные деньги продающих представителям шоу-бизнеса галактики, черные дыры, звезды, экзопланеты и участки на Луне, этот подарок не только уникальный, но и совершенно официальный. Как известно, звезды не получают никаких названий. Кометы называются в честь их первооткрывателей, а астероидам имена присваиваются по предложениям астрономов, их обнаруживших. Свои

имена они им обычно не дают, а стараются предложить имена достойных людей.



Сертификат подлинности подаренного метеорита. Изображение с сайта <http://elementy.ru>

Тимур и Стас представили короткий рассказ о Д. Б. Зимине в российскую комиссию по названиям астрономических тел. Там говорилось о вкладе, который Зимин внес в науку и образование России. После одобрения комиссии запрос был направлен в Международный астрономический союз. Тот присваивает имена раз в четыре месяца, поэтому авторам идеи подарка нужно было успеть ко дню юбилея. «Еле-еле успели», — смеясь, рассказал Владимир Сурдин. Он также подчеркнул, что без Тимура Крячко и Станислава Короткого, астрономов-любителей, на счету которых уже не первое открытие, подарка бы не было.

(315493) Zimin = 2008 AE₂

Discovered 2008 Jan. 6 by S. Korotkiy and T. Kryachko at Zelenchukskaya Station of the Engelhardt Observatory.

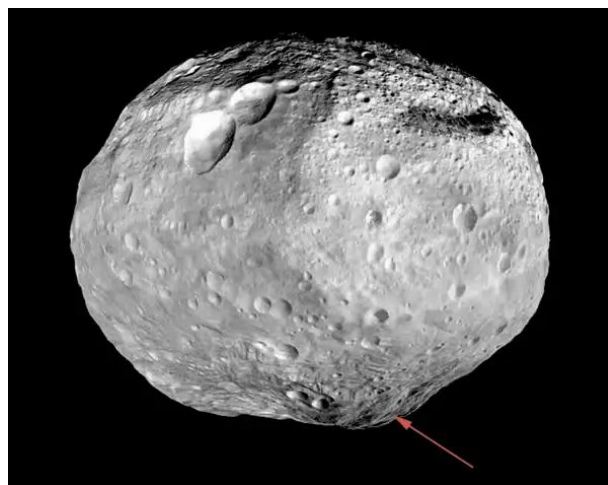
Dmitry Borisovich Zimin (b. 1933) is a Russian scientist and inventor in the field of electronics and communication, as well as founder and president emeritus of VimpelCom. He has supported Russian fundamental science and education and facilitated the popularization of scientific knowledge.

Циркуляр Центрального бюро астрономических телеграмм Международного астрономического союза. Изображение с сайта <http://elementy.ru>

Сурдин предложил устроить пресс-конференцию для журналистов с участием Дмитрия Борисовича Зимины, где Тимур и Стас рассказали бы о Весте, о том, как они открыли астероид Zimin и почему можно быть уверенным, что метеорит, подаренный юбиляру, около 2,5 млрд лет назад откололся от материнского астероида Веста вместе с астероидом Zimin.

Краткое описание этого астероида (315493) 2008 AE₂ таково:

Размер: 2 км. **Расположение:** пояс астероидов между Марсом и Юпитером ($a = 2,43$ а.е., $e = 0,08$, $i = 6,6$ градуса, период обращения вокруг Солнца 3,8 земного года, перигелий = 2,24 а.е., блеск в среднем противостоянии = 20 зв. вел.). Он принадлежит семейству Весты и, судя по орбитальным элементам, скорее всего образовался в результате столкновения Весты с другим крупным астероидом около 2,5 млрд лет назад. Сейчас на Весте наблюдается крупный кратер Реяильвия диаметром 505 км (это близко к размеру самой Весты!), дно кратера на 13 км ниже среднего уровня поверхности астероида, а вал кратера возвышается над окружающими равнинами на 4–12 км, то есть общий перепад высот составляет до 25 км. Центральная горка возвышается на 18 км над уровнем дна, при диаметре основания 180 км.



Астероид Веста. Фото: Dawn (NASA). Стрелкой обозначен кратер Реяильвия. Изображение с сайта <http://elementy.ru>

Абсолютное большинство астероидов из семейства Весты (они, кстати, все мелкие — не более 10 км, что является еще одним доказательством, что это осколки большого

столкновения и когда-то являлись фрагментами коры Весты) принадлежат к спектральному классу «V». Астероиды данного класса умеренно яркие, в основном состоят из камня, силикатов и железа, также содержат пироксен. НED-метеориты, которые иногда находят на Земле, также считаются результатом этого столкновения.

Наталья Дёмина,
«Троицкий вариант» №9(128), 07 мая 2013 года

Веб-версия на <http://www.tvscience.ru/>

Наблюдение Персеид - это просто!

Отправляя очередной отчет в IMO, поразился малочисленности наблюдателей на постсоветском пространстве на начало августа 2012 – всего 3 человека! А между тем, наблюдение метеорных потоков – приятнейшее дело. Причем еще и наукополезное... Представьте себе – лежите вы (в принципе можно и сидя, разве что не очень удобно) и смотрите на звезды. Можно неспеша думать о чем-то добром и вечном, но глаза обращать ко внутреннему миру категорически не рекомендуется – в метеорных наблюдениях важно комфортно разместиться и сконцентрироваться на небесном).

Итак. Есть к примеру часок времени. Лучше два. Ну а лучше от заката до рассвета, но это для тех, кто захочет. В принципе, час наблюдений для метеоров уже научно значимо, меньше – хуже. Так вот. Залегли мы. Я к примеру на раскладушке на даче, но можно в шезлонге, на скамейке, на земельке тоже можно, но лучше что-нибудь подложить под спину). А да. И под голову. Смотреть ровно в зенит реально не очень комфортно, лучше градусов 30 от зенита, то бишь под голову что-нить подкладываем и смотрим. Еще и одежда должна быть чуть теплее, чем просто для чисто походить ночью – когда лежишь мерзнешь быстрее. Я это к чему – отвлекаемся, мерзнем, курим, байки травим – снижаем внимание и видим меньше метеоров. А это как-бы погрешность вносим в науку).

Итак 2). Место нашли, залегли, смотрим. Куда смотреть? IMO рекомендует повернуть по азимуту на 60 градусов или около того от радианта – то есть, находим Персей и Кассиопею (между ними радиант) и отворачиваем от этих созвездий на полкорпуса с четвертью влево или вправо. Если скамейка вкопана, то лежим как есть). Я к примеру лежу так, что у меня в центре поля зрения Лебедь-Цефей – конкретнее не говорю, так как звезды по небу движутся относительно раскладушки). Так что с вечера Лебедь, а к утру – Цефей. Еще это направление удобно тем, что и в Лебеде и в Цефее есть удобные площадки для определения предельной звездной величины – архиважная задача для приведения всепланетных наблюдений к единому стандарту). Ну и еще Луна мешает – ее лучше чем-то закрыть или расположить чтоб светила со спины. У меня к примеру справа деревья, вот они естественным экраном и работают. Можно конечно и с Луной в глазу, но слабых метеоров не словить.

Итак 3). Легли, смотрим на Лебедь или другую точку выбрали. Нужно оценить предельную звездную величину по площадкам:

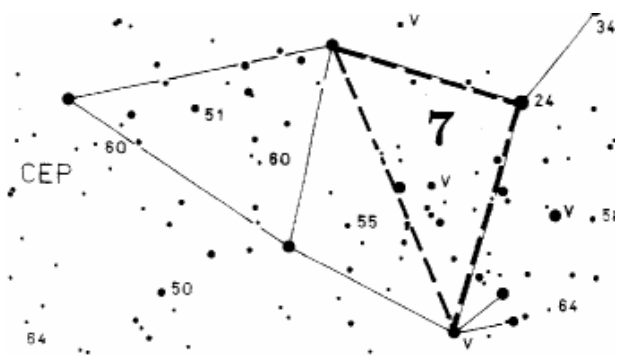


Рис. 1а

Вот площадки в Лебеде и Цефее – считаем звезды, что видим внутри обозначенного пунктиром треугольника (на небе считаем, а не на рисунке). Потом смотрим таблицу. Наши столбцы под номером 7 для Цефея и 14 для Лебеда.

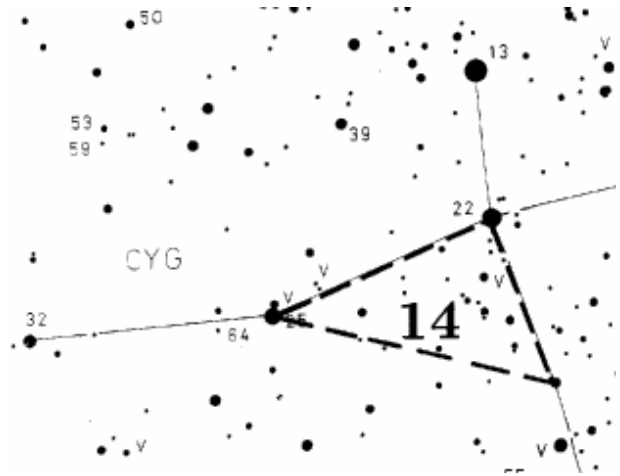


Рис 1. б

К примеру. Залег я. Посчитал. В лебеде насчитал 6 звезд, в Цефее – 7, по таблице Лебедь дает предельную 4.79 а Цефей 5.17. Беру среднее. Реально я считаю несколько раз в течение интервала наблюдений и высчитываю среднее. В принципе еще поправку на зенитное расстояние надо, но созвездия эти у нас почти в зените, так что погрешность небольшая. Если хочется – можно посчитать и ее).

Итак 4). Легли, звезды посчитали, запомнили или на бумажку записали или на диктофон начитали – кто как хочет. Главное не забыть и не запутаться). Заодно прикинули эффективное поле зрения – IMO считает, что мы видим поле в 100 градусов, это примерно 4 с небольшим Лебеда от Денеба до Альбирео (там 22 градуса). Вот и смотрим – если 100 градусов поле у нас есть, то коэффициент F у нас – единица. Если же есть препятствия, то считаем процент экранирования. Как считаем? Ну можно на глазок, можно запомнить, какие созвездия видны были и по звездной карте посчитать, можно снимок сделать и по снимку циркулем нарисовать круг в 100 градусов, взвесить, потом вырезать все экранирующие предметы и снова взвесить снимок и определить процент экранирования). Наш коэффициент F в этом случае будет: 100 делить на неэкранированный процент. То есть если у меня деревья закрывают часть поля зрения и остается в круге 100 градусов лишь 88 процентов полезного поля то $F = 1/0.88 = 1.136$. Это нужно потом в отчете отображать (ежели не просто на метеоры посмотреть, а с научной пользой). При наличии облачности таким же способом определяем экранирование для интервала наблюдений. К примеру начали наблюдать – облака закрывают поле на 20%, а через 40 минут наполнили до 50%. Весь интервал у нас к примеру час. Тогда:

$$20\% \times 40\text{мин} + 50\% \times 20\text{мин} / 100\% \times 60\text{мин} = 0,3$$

$$F = 1 / (1-0,3) = 1,429$$

Итак 5). Легли, звезды посчитали, экранирование поля зрения оценили. Надо еще определить звездную величину пролетающего метеора. Обычно метеор сравнивается по яркости со звездами и на основании сравнения определяется звездная величина. Достаточно знать пару десятков ярких звезд и оценивать звездную величину метеора до целого числа, можно конечно точнее, но в отчете все равно придется метеор к примеру 2,5m приписать либо к 3m либо к 2m. Помимо того, что метеор пролетел, нужно еще оценить принадлежность его к потоку. Персеиды (по классификации IMO – PER), как я уже писал, вылетают из области между Персеем и Кассиопеей эти

метеоры-быстрые. Помимо этого потока в IMO на август можно отмечать Южные дельта аквариды (SDA). Эти метеоры средней скорости, Каприкорниды медленные (CAP) и к концу месяца Каппа-цигниды (KCG). При наблюдениях Персеид остальные метеоры, вне этих потоков, в отчете относим к спорадическим. Календарь потоков с расположением радиантов есть на сайте IMO.

Итак 6). Легли, звезды посчитали (для определения предельной звездной величины), экранирование поля зрения оценили. Включили таймер на мобилке или засекли время по часам. Начали. Какие интервалы времени делать? Да в общем-то от 15 минут до часа). Если метеоров много, то лучше интервалы покороче, а в начале августа можно и по часу), все одно метеоров пока немного.

1. Имя, Фамилия.
2. Страна (IMO code – для джедаев. У кого есть – заполняем, нет – не заполняем)
3. Широта, Долгота, Высота над уровнем моря (Берем с навигатора, с Гугла итп координаты нашего места наблюдений).
4. Место наблюдений (к примеру Minsk) Страна IMO code (для джедаев :)
5. День/Месяц/Год для даты наблюдения (если наблюдали к примеру 2 августа с 22.00 до 23.00, то ставим все равно 02/03 августа).
6. Время начала наблюдений.
7. Время начала наблюдений (:). Время всемирное, то есть, например, для Минска от местного отнимаем в августе 3 часа).
8. Наблюдаемые потоки. Ставим трехбуквенный код по классификации IMO, координаты радианта пропишутся сами.

Showers considered for observation. Use IMO three-letter codes.
List also showers, if you clearly detected 0 members.

Shower	R.A.	Dec.
PER	46 °	58 °
SDA	339 °	-16 °
CAP	307 °	-10 °
	°	°
	°	°

Observed number of meteors per period and per shower. Use short periods in case of shower maxima or outbursts (e.g. 5 minutes).

Считаем. Определяем, из какого потока метеор и какой звездной величины. Опять-таки запоминаем, записываем на диктофон, на бумажку итп – кому как удобно. Главное от неба не отвлекаться и яркими источниками света глаза не слепить – иначе это время нужно вычитать из временного интервала наблюдений!

В общем лежали, считали и насчитали. Как заполнять отчет? Все просто).

Открываем на сайте IMO форму отчета и заполняем.

Рис. 2

Вот так, к примеру, выглядит заполненная шапка формы (см. Рис. 2)

Далее расписываем наши метеоры по интервалам.

К примеру, если мы с 21.15 до 22.15 (время указываем всемирное!) насчитали 4 персеиды то в колонке PER в столбце N пишем 4. В столбце M указывается метод наблюдений, я в данном случае рассказываю про счет

метеоров, так что в этом столбце пишем С. Так же заполняем остальные потоки на этот интервал и не забываем про спорадические (SPO).

Соответственно в столбце Period пишем время начала-конца периода наблюдений, в столбце Field – координаты центра поля зрения в градусах. К примеру, лежали – в центре поля был Денеб смотрим координаты:

Прямое восхождение: 20ч 41м 25,9с. Склонение: +45° 16' 49".

Один час в градусной мере равен 15 градусам. Соответственно, округляя, прописываем в поле Field 310 и 45.

Teff – эффективное время. Наблюдали час, пишем 1.000. Наблюдали 20 минут, пишем 0.333. Про предельную звездную величину и коэффициент F я написал выше. Определяем. Вписываем. Если наблюдательный период состоит из нескольких интервалов, то прописываем строку для каждого интервала.

Вот так выглядит таблица после заполнения:

Shower	R.A.	Dec.
<u>PER</u>	<u>46</u> °	<u>58</u> °
<u>SDA</u>	<u>339</u> °	<u>-16</u> °
<u>CAP</u>	<u>307</u> °	<u>-10</u> °
	°	°
	°	°

Ну и в последней таблице расписываем распределение метеоров в потоке по яркости. Интервалы берем те же, что и в предыдущей таблице, но теперь пишем, какой яркости были метеоры данного потока. Если у нас, к примеру, в интервал с 21.15 до 21.30 пролетел один спорадический метеор 2й величины, то вписываем в строку в таблице SPO, а в столбец +2 ставим 1.

Если в этот же интервал времени были метеоры другого потока, то для каждого заводим отдельную строку.

В итоге получается такая таблица (см. Рис 4)

В поле Comments под последней таблицей можно что-нить прокомментировать, дополнить, уточнить. К примеру, впечатления или детали о ярком или необычном метеоре, комментарий к погоде, ветру, комарам, ядерным взрывам, мешающим спокойно наблюдать. Писать нужно на английском :).

В самом низу, указываем в окошке свой E-mail – туда придет копия вашего отчета и иногда можно получить письмо от IMO с советами или благодарностями :).

Еще ниже можно проверить свой отчет на ошибки – нажать кнопку Check for errors. Архиполезная кнопка – все ваши недочеты выделяет красным. И когда все ошибки выловлены – жмем Submit и наш отчет отправляется на пользу науке.

Ясного неба и успешных наблюдений!

К. Морозов, любитель астрономии
г. Минск, Беларусь

Веб-версия статьи на <http://www.astronominsk.org/>

Observed number of meteors per period and per shower. Use short periods in case of shower maxima or outbursts (e.g. 5 minutes). (M: observing method (C(ounting), P(lotting), R (meteor coordinates estimated directly) or "-" (shower not observed during the period)) (N: number of meteors observed).

Try to define periods as to comprise **no more than 20 meteors** in line.

Period (UT) hhmm - hhmm	Field (°)		Teff h	F	Lm	PER		SDA		CAP				SPO	
	RA(°)	Dec(°)				M	N	M	N	M	N	M	N	M	N
<u>2115 - 2130</u>	<u>315</u>	<u>46</u>	<u>0,25</u>	<u>1,000</u>	<u>5,00</u>	<u>C</u>	<u>0</u>	<u>C</u>	<u>0</u>	<u>C</u>	<u>0</u>			<u>C</u>	<u>1</u>
<u>2130 - 2145</u>	<u>320</u>	<u>46</u>	<u>0,25</u>	<u>1,000</u>	<u>5,12</u>	<u>C</u>	<u>2</u>	<u>C</u>	<u>0</u>	<u>C</u>	<u>0</u>			<u>C</u>	<u>0</u>
<u>2145 - 2200</u>	<u>325</u>	<u>46</u>	<u>0,25</u>	<u>1,000</u>	<u>5,08</u>	<u>C</u>	<u>1</u>	<u>C</u>	<u>0</u>	<u>C</u>	<u>1</u>			<u>C</u>	<u>1</u>
<u>2215 - 2230</u>	<u>330</u>	<u>46</u>	<u>0,25</u>	<u>1,000</u>	<u>5,11</u>	<u>C</u>	<u>1</u>	<u>C</u>	<u>0</u>	<u>C</u>	<u>0</u>			<u>C</u>	<u>1</u>

Рис. 3

Magnitude distributions for showers **and sporadics**.

Try to group the above periods as to comprise **no more than 30 meteors** in a magnitude distribution.

Shower	Interval (UT)	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	Tot
<u>SPO</u>	<u>2115 - 2130</u>									<u>1</u>						<u>1</u>
<u>PER</u>	<u>2130 - 2145</u>				<u>1</u>						<u>1</u>					<u>2</u>
<u>PER</u>	<u>2145 - 2200</u>										<u>1</u>					<u>1</u>
<u>CAP</u>	<u>2145 - 2200</u>										<u>1</u>					<u>1</u>
<u>SPO</u>	<u>2145 - 2200</u>										<u>1</u>					<u>1</u>
<u>PER</u>	<u>2200 - 2215</u>									<u>1</u>						<u>1</u>
	-															
	-															
	-															

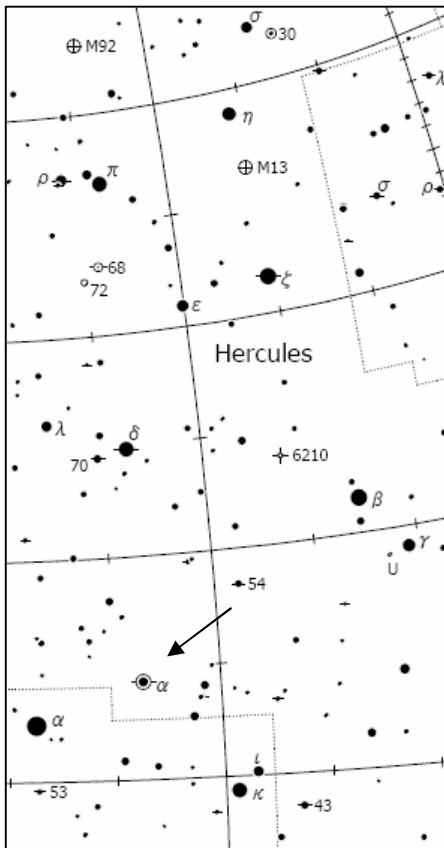
Please do not forget the magnitude distribution of sporadic meteors (SPO).

Рис. 4

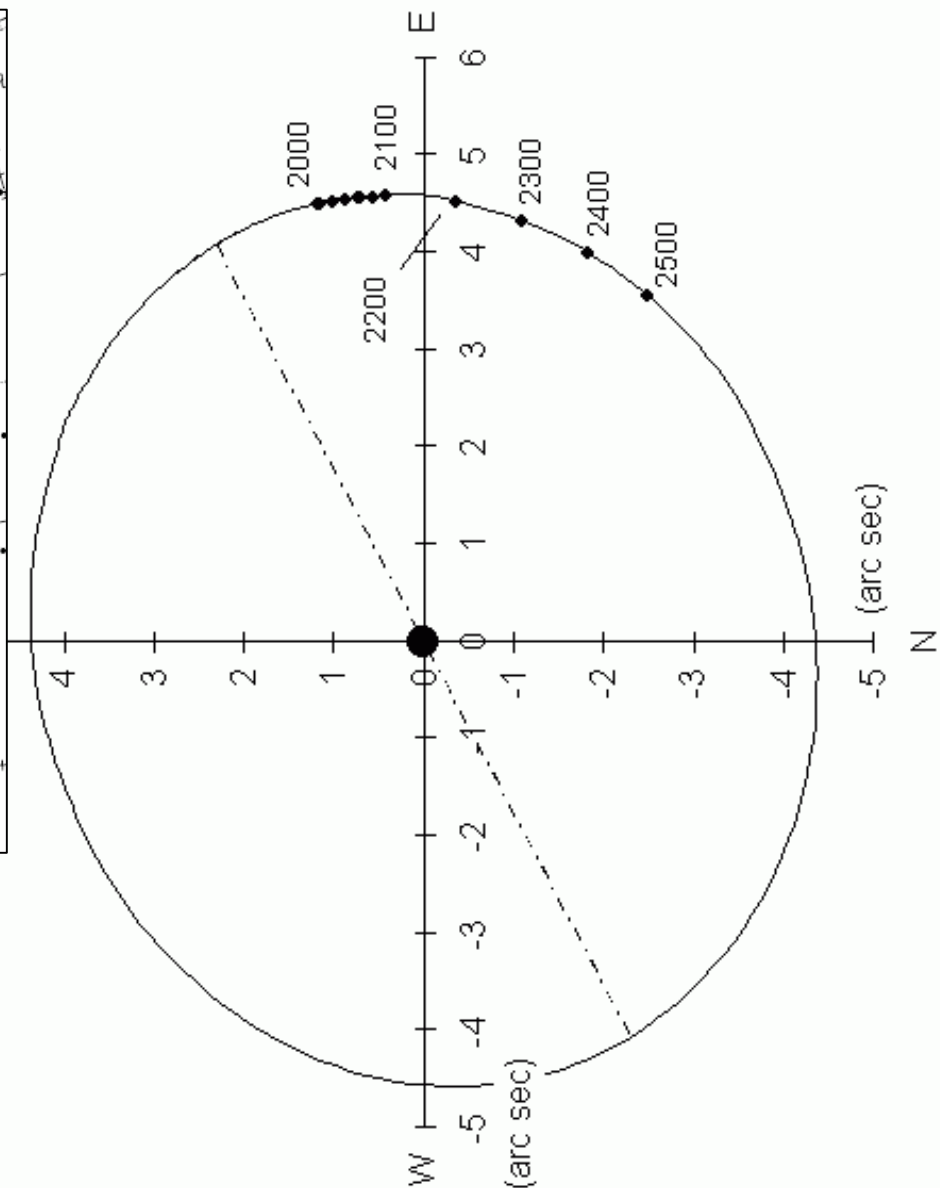
Двойная звезда альфа Геркулеса

Name	α Her
WDS	17146+1423
ADS	ADS 10418
Disc. Desig.	STF 214DAa-B
Position	RA 17h14.6m
	Ded. +14°23'
Period (year)	3600
Peri. Pass. (year)	1835
Primary Mag.	3.48
Spectr.	M5Ib
Second. Mag.	5.40
Spectr.	G5III

Year	PA (deg)	Sep. (arc sec)
2000.0	104	4.65
2020.0	103	4.64
2040.0	101	4.63
2060.0	99	4.62
2080.0	97	4.61
2100.0	95	4.60



α Her



Изображение с http://www.geocities.jp/toshimi_taki/
 Участок карты с созвездием Геркулеса
http://www.geocities.jp/toshimi_taki/atlas/atlas.htm

АВГУСТ - 2013



Обзор месяца

Избранные астрономические события месяца:

- 1 августа - Луна при фазе около 0,3 проходит по звездному скоплению Гиады
- 4 августа - астероид Юнона в противостоянии с Солнцем
- 4-5 августа - Луна сближается с Меркурием, Марсом и Юпитером на утреннем небе в созвездии Близнецов
- 11 августа - покрытие Луной звезды хи Девы (4,6 m) при видимости в Восточной Сибири
- 12 августа - покрытие Луной ($\Phi=0,29$) звезды Спика (1 m) на дневном небе
- 12 августа - максимум действия метеорного потока Персеиды
- 13 августа - начало утренней видимости астероида Паллада
- 14 августа - покрытие Луной звезды 28 Весов (6,2 m) при видимости в Восточной Сибири
- 15 августа - покрытие Луной звезды пси Змееносца (4,5 m) при видимости в Восточной Сибири
- 17 августа - окончание утренней видимости Меркурия
- 25 августа - покрытие звезды в Плеядах HIP17588 (6,4 m) астероидом 224 Осеана
- 25 августа - Меркурий в соединении с Солнцем
- 26 августа - покрытие Луной звезды сигма Овна (5,5 m) при видимости в Сибири и на Севере нашей страны
- 27 августа - Нептун в противостоянии с Солнцем

Солнце движется по созвездию Рака до 10 августа, а затем переходит в созвездие Льва и остается в нем до конца месяца. Склонение дневного светила, по сравнению с первыми двумя летними месяцами уменьшается с каждым днем все быстрее. Как следствие, также быстро уменьшается продолжительность дня: с 15 часов 59 минут в начале месяца до 13 часов 52 минут к концу описываемого периода (более двух часов). Эти данные справедливы **для широты Москвы**, где полуденная высота Солнца за месяц уменьшится с 52 до 42 градусов. Для наблюдений Солнца август - один из самых благоприятных месяцев в северном полушарии Земли.

При наблюдениях Солнца обязательно (!!) применяйте солнечный фильтр (подробнее на <http://astronet.ru/db/msg/122232>).

Луна начнет движение по августовскому небу на утреннем небе при фазе 0,3 в созвездии Тельца (близ Гиад и Плеяд). К полуночи (время здесь и далее московское =УТ+4 часа) 3 августа фаза стареющего месяца уменьшится до 0,15, и он перейдет в созвездие Ориона, а затем Близнецов. 4 и 5 августа тонкий серп Луны при фазе около 0,05 буде красоваться южнее Юпитера, Марса и Меркурия, а 6 и 7 августа в созвездии Рака, где примет фазу **новолуния вскоре после полуночи 7 августа**.

Перейдя на вечернее небо Луна два дня будет находиться весьма низко над горизонтом заходя в средних широтах вместе с Солнцем. 8 августа молодой месяц будет перемещаться по созвездию Льва, 9 августа - по созвездию Секстанта, 10 августа, вновь по созвездию Льва, проходя южнее Венеры при фазе 0,1. В этот же день Луна пересечет границу созвездия Девы, где 12 августа при фазе 0,29 покроет звезду Спика (видимость на Урале и в Сибири) на дневном небе. Через день лунный серп при фазе 0,38 пройдет южнее Сатурна, а затем перейдет в созвездие Весов, где примет фазу **первой четверти 14 августа**.

Это наиболее благоприятные дни для наблюдений ночного светила в первой половине месяца. 15 августа лунный полудиск посетит созвездие Скорпиона, и в этот же день вступит во владения созвездия Змееносца, увеличив здесь фазу до 0,76 к полуночи 17 августа. Перейдя в этот день в созвездие Стрельца, лунный овал задержится здесь до полудня 19 августа, увеличив фазу до 0,95. Следующим созвездием на пути Луны будет Козерог, где ночное светило примет фазу **полнолуния 21 августа**.

В этот же день яркий лунный диск вступит в созвездие Водолея и сближится с Нептуном. 22 августа ночное светило перейдет в созвездие Рыб, в котором задержится до 25 августа (24 августа сближившись с Ураном при фазе 0,87). В созвездии Овна лунный овал пробудет с 25 по 27 августа, уменьшив фазу до 0,6. 27 августа Луна перейдет в созвездие Тельца, где примет фазу **последней четверти 28 августа** близ Гиад.

30 августа стареющий месяц пройдет по созвездию Ориона, уменьшив фазу до 0,27 и около полуночи 31 августа вступит в созвездие Близнецов, где и закончит свой путь по августовскому небу при фазе 0,2 южнее Юпитера.

Из больших планет Солнечной системы в августе будут наблюдаться все, и это один из самых благоприятных месяцев в году для наблюдений планет.

Меркурий в самом начале месяца имеет элонгацию 20 градусов к западу от Солнца, и это самое благоприятное время для наблюдений планеты. Она видна по утрам над восточным горизонтом около 40 минут при блеске 0^m и видимом диаметре 7" с фазой 0,5. В телескоп виден оранжевый полудиск, день ото дня постепенно превращающийся в овал, а затем диск с угловыми размерами 5".

Постепенно видимость планеты уменьшается и к середине месяца Меркурий скрывается в лучах восходящего Солнца, а 25 августа вступает с ним в верхнее соединение. После соединения планета переходит на вечернее небо и до конца месяца увеличивает элонгацию к востоку до 6 градусов.

Движение Меркурия в августе начнется в созвездии Близнецов близ Марса и Юпитера. 4-5 августа рядом с этими планетами пройдет стареющая Луна в малой фазе и эти дни будут самыми интересными для утренних наблюдений 7 августа быстрая планета пересечет границу созвездия Рака, а 18 августа - границу созвездия Льва, где и останется до конца месяца. Весь месяц Меркурий имеет прямое движение и перемещается в одном направлении с Солнцем.

Венера имеет прямое движение, перемещаясь по созвездиям Льва, 11 августа переходя в созвездие Девы. Планета находится на вечернем небе, и видна непродолжительное время низко над западным горизонтом в 40 градусах восточнее Солнца. Найти ее можно в бинокль и днем (во второй половине дня). Видимый диаметр планеты возрастает до 15" при фазе 0,8-0,7 и блеске -3,8^m. В телескоп виден белый диск без деталей.

Марс движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Близнецов, 25 августа переходя в созвездие Рака. Планета наблюдается на фоне утренних сумерек в восточной части неба, постепенно увеличивая видимость до 3 часов. Блеск планеты весь месяц имеет значение +1,6^m, а видимый диаметр сохраняется на уровне 4". В небольшой телескоп виден крохотный диск практически без деталей.

Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Близнецов, и виден в утренние часы в восточной части неба. В начале месяца рядом с гигантом находятся Меркурий и Марс. К концу месяца видимость Юпитера достигает 4,5 часов. Видимый диаметр его увеличивается с 33 до 35" при блеске около -1,9^m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности различаются полосы и другие детали, а рядом - 4 больших спутника.

Сатурн имеет прямое движение в созвездии Девы близ звезды каппа Vir (4,1^m), в самом конце месяца почти достигая границы с созвездием Весов. Окольцованная планета имеет вечернюю видимость около часа, а наблюдать ее можно на фоне зари в виде достаточно яркой звезды. Блеск Сатурна составляет +0,6^m при видимом диаметре около 16,5". В небольшой телескоп можно наблюдать детали поверхности, кольцо и спутник Титан. Видимые размеры кольца планеты составляют 36x11".

Уран (6,0^m, 3,5") перемещается попятно по созвездию Рыб (южнее звезды дельта Psc с блеском 4,4^m), постепенно приближаясь к своему противостоюнию (3 октября). Видимость планеты в средних широтах увеличивается за месяц от 5,5 до 8,5 часов, и в конце месяца Уран становится видим всю ночь. Наблюдать планету можно даже невооруженным глазом, но такие благоприятные условия будут близ новолуния в начале

и конце месяца. В любую же ночь месяца Уран можно легко найти при помощи бинокля и поисковых карт, а разглядеть диск Урана поможет телескоп с диаметром объектива от 80мм и увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Спутники Урана имеют блеск слабее 13^m.

Нептун (8,0^m, 2,3") имеет попятное движение, находясь в созвездии Водолея в 1 - 2 градусах северо-западнее звезды сигма Aqr (4,8^m). Планета вступает в противостояние с Солнцем в конце месяца, видна всю ночь, и это самый благоприятный период для ее наблюдений. Отыскать Нептун можно в бинокль с использованием звездных карт, а увидеть диск самой далекой планеты поможет телескоп с диаметром объектива от 100мм и увеличением более 100 крат и прозрачное небо. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13^m.

Карты путей далеких планет имеются в [КН на январь 2013 года](#) и [Астрономическом календаре на 2013 год](#).

Из комет в августе при блеске около 12^m можно будет наблюдать P/Shoemaker (102P) - в созвездии Рыб, PANSTARRS (C/2011 L4) - в созвездии Волопаса и ISON (C/2012 S1) - в созвездии Рака.

Среди астероидов самыми яркими, по-прежнему, являются Церера и Веста, блеск которых придерживается значения 8,5^m и 8,0^m, соответственно. Церера перемещается по созвездию Льва, а Веста - по созвездию Рака, в середине месяца переходя в созвездие Льва. Эти астероиды находятся близ Солнца, а возможность наблюдать их представится в конце месяца. К этому же времени в созвездии Рыб блеска 8,4^m достигнет астероид Бамберга.

Из относительно ярких (до 9^m фот.) долгопериодических переменных звезд (наблюдаемых с территории России и СНГ) максимума блеска в этом месяце по данным AAVSO достигнут: R SGR 7,3^m - 1 августа, U VIR 8,2^m - 6 августа, T CEN 5,5^m - 10 августа, S CMI 7,5^m - 10 августа, Z PEG 8,4^m - 10 августа, W HER 8,3^m - 12 августа, R SER 6,9^m - 14 августа, R CMI 8,0^m - 14 августа, R VUL 8,1^m - 16 августа, T CAS 7,9^m - 17 августа, R COM 8,5^m - 20 августа, R HER 8,8^m - 21 августа, R CYG 7,5^m - 22 августа, T CAM 8,0^m - 24 августа, S CRB 7,3^m - 27 августа, X OPH 6,8^m - 30 августа.

Среди метеорных потоков наиболее активными будут Персеиды с максимумом действия 12 августа в 19 часов 30 минут (UT) и каппа-Цигниды (из созвездия Лебедя) с максимумом действия 17 августа. Зенитное часовое число первых составит 100 метеоров, а второго потока - 3 метеора.

Оперативные сведения на <http://astroalert.ka-dar.ru> и на <http://www.starlab.ru/forumdisplay.php?f=58>.

Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты видимых путей по небесной сфере имеются в [Календаре наблюдателя № 8 за 2013 год](#) <http://images.astronet.ru/pubd/2013/06/23/0001289433/kn082013pdf.zip>

Астрономические явления до 2050 года <http://www.astronet.ru/db/msq/1280744>

Ясного неба и успешных наблюдений!

Александр Козловский, журнал «Небосвод»

<http://moscowaleks.narod.ru> и <http://astrogalaxy.ru>
(сайты созданы совместно с А. Кременчуцким)

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

<http://astrotop.ru>

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 2013 год

<http://www.astronet.ru/db/msg/1256315>



АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца

<http://shvedun.ru>



Наедине

с КОСМОСОМ

<http://naedine.org>

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

<http://www.astro.websib.ru>

astro.websib.ru

REALSKY

Астрономический online-журнал

<http://realsky.ru>

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

ТЕЛЕСКОПЫ - НАША ПРОФЕССИЯ

Звездочет

<http://astronom.ru>

(495) 729-09-25, 505-50-04

Офис продаж: Москва, Тихвинский переулок д.7, стр.1 ([карта](#))

[О НАС](#) [КОНТАКТЫ](#) [КАК КУПИТЬ И ОПЛАТИТЬ](#) [ДОСТАВКА](#) [ГАРАНТИЯ](#)

*** Знания - сила ***

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

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

AstroКОТ

Планетарий
Кабинет

Новости

Софт

Приложения

Форум

Контакты

<http://astrokot.ru>

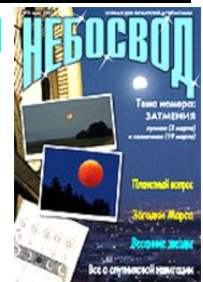
Как оформить подписку на бесплатный астрономический журнал «Небосвод»

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

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

На электронный вариант в формате pdf можно подписаться (запросить все предыдущие номера) по e-mail редакции журнала nebosvod_journal@mail.ru Тема сообщения - «Подписка на журнал «Небосвод».

Все номера можно скачать по ссылкам на 2 стр. обложки



Большое Магелланово Облако



Copyright 2013, processing Lorenzo Comolli,
images L. Comolli, S. Ghio, L. Fontana, E. Sordani