

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД

Номер 100!!

Тема номера:

Откуда астрономы это знают?

Как рождаются
звезды

Тема номера:
ЗВЕЗДА
ПО ИМЕНИ
КОМЕТА,
которая удивила
мир

Телескоп Галилея

Записки наблюдателя
туманных объектов

№ 12 декабрь 2014

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>
 Астрономический календарь на 2015 год <http://astronet.ru/>

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 декабрь 2014 года <http://www.astronet.ru/db/news/>

Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с 50-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/

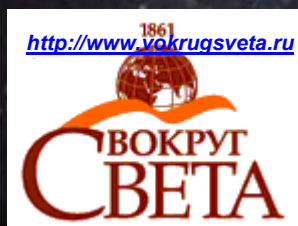


<http://www.nkj.ru/>



«Астрономический Вестник»
 НЦ 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://wselennaya.com/>



Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на следующих Интернет-ресурсах:
<http://www.astronet.ru/db/sect/30000013>
<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://ivmk.net/liθος-astro.htm> , <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!

Перед вами сотый выпуск бесплатного электронно-печатного издания для любителей астрономии «Небосвод». В этом номере собраны статьи их выпусков журнала за весь период его выхода в свет. Конечно, трудно отразить все многообразие материалов, которые публикует журнал, в одном номере. Тем не менее, редакция подобрала наиболее актуальные и интересные статьи, которые, так сказать, труднее подвержены влиянию времени, чем скажем описание астрономических явлений, которые имеют большое значение лишь до самого явления, а после представляют лишь теоретический интерес. В этом номере любители астрономии найдут статьи от профессионалов об устройстве вселенной и ее объектов. Авторы статей - всем известные астрономы Дмитрий Вибе и Владимир Сурдин. Телескопостроители получают советы по немаловажной теме в строительстве любительских телескопов о креплении главного зеркала для лучшего согласования оптической системы телескопа от профессионала в области астрономической оптики Игоря Розивика. Рубрика «История астрономии» расскажет вам о первом телескопе, с которого начались астрономические наблюдения - телескопе Галилея. Теоретическую астрономию представит статья Александра Кузнецова о саросе солнечных затмений. Месячные обзоры звездного неба представит Виктор Смагин, известная книга которого о наблюдениях туманных объектов уже вышла из печати. Но первые публикации были сделаны именно в журнале Небосвод. Многие профессиональные астрономы и любители астрономии присылали статьи и давали разрешение на публикацию своих статей в журнале Небосвод. Это являлось большой поддержкой, как для самого журнала, так и для развития любительской астрономии нашей страны (и не только) в целом. Были и те, которые начинали свой астрономический рост в журнале, а затем добились профессиональных успехов (например, Артем Новичонок и Леонид Еленин). Кто знает, может те, кто сейчас пишет свои первые статьи для журнала, станет затем знаменитым ученым. Спасибо всем, кто поддерживал журнал и привел его к замечательному итогу – выпуску сотого номера! Ясного неба и успешных наблюдений!

Искренне Ваш Александр Козловский

Содержание

- 4 Небесный курьер (новости астрономии)
- 6 Откуда астрономы это знают?
Дмитрий Вибе
- 14 Как рождаются звезды
Владимир Сурдин
- 19 Комета, которая удивила мир!
Александр Козловский
- 22 Крепление телескопических зеркал
Игорь Розивика
- 27 Телескоп Галилея
Владимир Сурдин и Н.Л. Васильева
- 31 Саросный генезис затмений
Александр Кузнецов
- 33 Угломерные инструменты -
своими руками Илья Жисюк
- 36 Астрономы шутят
- 38 Записки наблюдателя туманностей
Виктор Смагин
- 48 Астрономический кроссворд
- 49 Солнечные затмения 2021–2040
- 50 Небо над нами: ДЕКАБРЬ – 2014
Александр Козловский

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

Обложка: Фомальгаут Б

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

Фомальгаут — это яркая молодая звезда на расстоянии 25 световых лет от нас в созвездии **Южная Рыба**. Эта картинка составлена из кадров **космического телескопа им. Хаббла**. Подробно показано кольцо пыли, оставшейся от протозвездного облака, которое окружает Фомальгаут. Саму звезду пришлось закрыть затмевающим диском коронографа камеры, тогда как заливающее кадры свечение звезды осталось. В настоящее время **астрономы сумели распознать** в слабо светящейся точке света планету. На изображении планета обведена в маленький квадратик справа внизу. Там же справа внизу помещен этот же квадратик в увеличенном масштабе. Оцененная масса планеты равна трем массам Юпитера, а радиус орбиты планеты вокруг звезды равен 17 миллиардам километров, т.е. 14 радиусам орбиты Юпитера. Массивная планета, названная Фомальгаут Б, возможно влияет на форму кольца и позволяет оставаться внутренней его кромке довольно четкой. Кольцо наверное представляет собой более масштабный и более молодой аналог **Пояса Койпера** — внешний резервуар **ледяных тел** Солнечной системы. Кадры космического телескопа, на основе которых было создано это изображение, являются **первыми снимками** планеты другой звезды..

Перевод: А.В. Колпаков

Авторы: [НАСА](#), [ЕКА](#), П. Калас, Дж. Грехем, Е. Чанг, Е. Кайт и др.

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») (созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Дизайнер обложки: **Н. Кушнир**, offset@list.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>

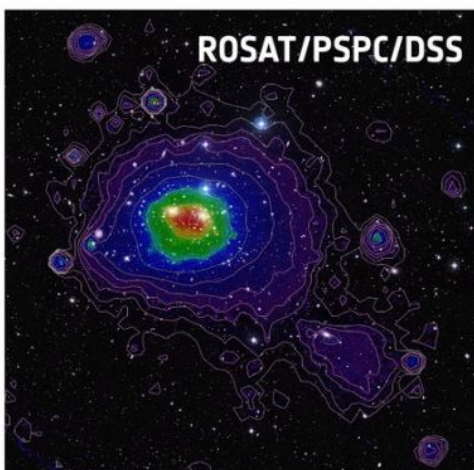
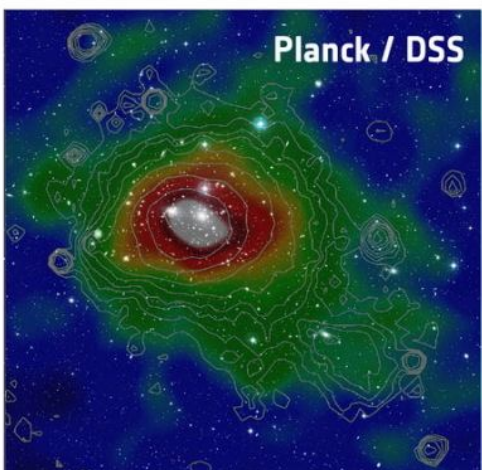
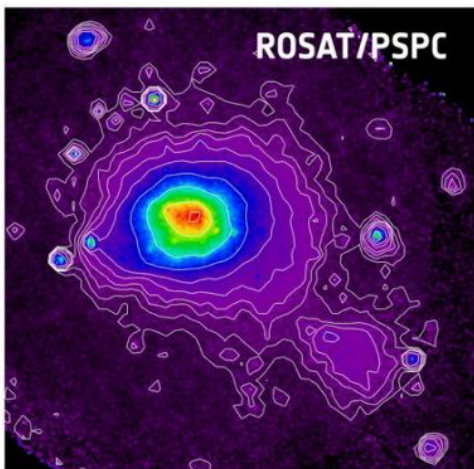
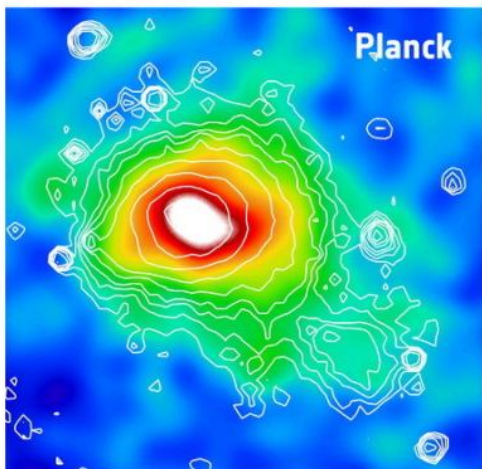
Сверстано 30.10.2014

© *Небосвод*, 2014

Новое открытие "Планка" (2010 год)

Космический аппарат "Планк", проводя полный обзор неба в микроволновом диапазоне, получил первые изображения скопления галактик, самых больших объектов во

Вселенной. При этом был использован эффект Сюняева-Зельдовича, в результате действия которого эти объекты должны оставлять характерные следы на реликтовом микроволновом фоне. Объединяя данные с данными миссии ESA "ХММ-Ньютон" удалось показать, что одно из них является ранее неизвестным сверхскоплением галактик.

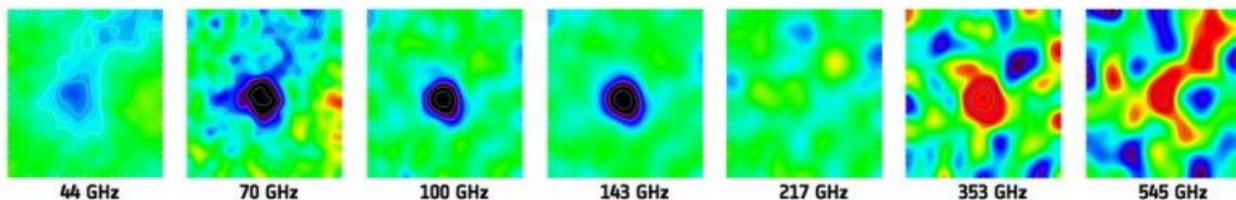


Вещество во Вселенной распределено очень неравномерно, оно сгруппировано особым образом: звезды концентрируются в галактики, галактики формируют огромные скопления, окруженные обширными пустыми пространствами. Скопления галактик могут содержать до тысячи галактик, они погружены в горячий газ, который сильно светит в рентгене; кроме того, большая часть их массы состоит из темной материи. На еще больших масштабах существуют сверхскопления - содержащие многочисленные группы и скопления галактики, которые расположены в пересечениях листов и

Рисунок 1. Эти изображения скопления Coma (Волосы Вероники) или Abell 1656, очень горячего близко расположенного скопления галактик, показывают проявление эффекта Сюняева-Зельдовича. Верхняя левая панель показывает влияние эффекта Сюняева-Зельдовича на изображение скопления Coma, полученное "Планком"; верхняя правая панель - оно же в рентгене, полученное спутником ROSAT. Цвета на обоих изображениях пропорциональны интенсивности сигналов. Контуры рентгеновских данных также нанесены на изображение "Планка" для большей наглядности. Для сравнения представлены те же изображения, но с наложенными оптическими изображениями скопления по данным Digitised Sky Survey. Расположенное на расстоянии в 300 миллионов световых лет, скопление Coma занимает на небе область более 2 градусов, что соответствует более чем 4 угловым размерам полной Луны. Область каждого изображения - немногим больше 2 градусов. (Изображение: ESA/ LFI & HFI Consortia; изображение ROSAT: Макс-Планк-Институт für extraterrestrische Physik; изображение DSS: HACA, ESA, и Digitized Sky Survey 2) Все изображения в тексте с сайта <http://astronet.ru>

нитей в ячеистой структуре Вселенной. Поскольку скопления и сверхскопления прослеживают распределение как светящейся материи, так и темной материи во Вселенной, то их наблюдение крайне важно, чтобы исследовать как сформировались и развились космические структуры в целом.

Рисунок 2. Эта серия изображений показывает скопление Abell 2319 в семи различных частотных каналах, от 44 до 545 ГГц. Хорошо видна частотная зависимость влияния эффекта Сюняева-Зельдовича. В четырех крайних левых изображениях, соответствующих частотам ниже 217 ГГц, сигнал отрицателен (представлен синим цветом); это означает, что скопление кажется более холодным, чем средний сигнал CMB, тогда как в двух крайних правых изображениях, соответствующих частотам выше 217 ГГц, скопление более горячее, чем фон, и сигнал положительный (представленный красным цветом). Отсутствие сигнала на частоте нуля-пункта 217 ГГц - особенность эффекта Сюняева-Зельдовича. Размер каждого изображения - приблизительно 2 градуса. (Изображение: ESA/ LFI & HFI Consortia)



Основная цель аппарата "Планк" состоит в том, чтобы исследовать реликтовое космическое излучение (Cosmic Microwave Background - CMB), для этой цели на нем установлены 2 датчика (низкочастотный и высокочастотный), охватывающих девять частотных каналов в микроволновом диапазоне от 30 до 857 ГГц. Такое широкое спектральное покрытие дает возможность исключить все источники, не являющиеся источниками CMB, чтобы построить самое точное изображение ранней Вселенной. Это также делает "Планк" превосходным охотником за скоплениями галактик.

Фактически, девять частотных каналов телескопа "Планк" были изначально выбраны именно с учетом поиска проявлений эффекта Сюняева-Зельдовича. Этот эффект описывает изменение энергии, которое испытывают фотоны CMB, движущиеся по направлению к нам, при столкновении со скоплением галактик. В результате на сигнале CMB остается своеобразный "отпечаток" этого скопления. Следовательно, эффект Сюняева-Зельдовича представляет уникальный инструмент для обнаружения скоплений галактик, и даже на больших красных смещениях.

Поскольку первые фотоны, образовавшиеся от Большого взрыва, пересекая Вселенную взаимодействуют с веществом, то при прохождении через скопление галактик фотоны CMB рассеиваются на свободных электронах горячего газа. Эти столкновения вызывают перераспределение частот фотонов особым способом, который позволяет отделить сигнал от скопления от сигнала CMB. Так как горячие электроны в скоплениях намного более энергичны, чем фотоны CMB, взаимодействия между этими двумя разновидностями, как правило, приводят к рассеянию фотонов с более высокими энергиями (обратный комптон-эффект) в рентгеновском диапазоне. Это означает, что если мерить CMB в направлении скопления, то будет наблюдаться дефицит низко-энергичных фотонов относительно среднего сигнала CMB, и наоборот, излишек более энергичных. Пороговая частота, разделяющая дефицит и излишек фотонов, соответствует 217 ГГц. Детекторы Планка исследуют спектр ниже и выше этого порога, а один из каналов как раз настроен на эту частоту в 217 ГГц.

"Планк" с его беспрецедентным спектральным диапазоном может обнаруживать как положительный так и отрицательный сигнал от скоплений галактик, и является, таким образом, исключительным инструментом для идентификации местоположения этих огромных структур по всему небу и измерения их физические характеристики. Первые полученные изображения некоторых хорошо известных скоплений, таких как Coma (Волосы Вероники), очень горячего и близкого скопления галактик, и Abell 2319 представлены на рисунках 1 и 2.

"Планк" был сконструирован, в частности, специально для обнаружения эффекта Сюняева-Зельдовича от скоплений, рассеянных всюду по небу, однако разрешение его аппаратуры недостаточно для выявления деталей структуры скоплений, особенно для объектов на большом красном смещении. Поэтому необходимы наблюдения на других длинах волн, чтобы выявить детали этих массивных структур. Так как горячий газ в скоплениях галактик светит в рентгене, наблюдения в этом диапазоне оказываются особенно полезными, поскольку они исследуют тот же самый компонент, которых ответствен за эффект Сюняева-Зельдовича.

Чтобы подтвердить их идентичность, кандидаты-объекты "Планка" в скопления были сравнены с существующими каталогами скоплений, такими как каталог скоплений рентгеновского аппарата ROSAT. Если кандидаты не соответствуют никакой известной структуре, проводится тщательный анализ сигнала эффекта Сюняева-Зельдовича, и далее они становятся объектами последующих наблюдений рентгеновской обсерваторией ESA "XMM-Ньютон".

"XMM-Ньютон" с его исключительной чувствительностью - идеальный партнер "Планка" в смысле по обнаружению источников по эффекту Сюняева-Зельдовича.

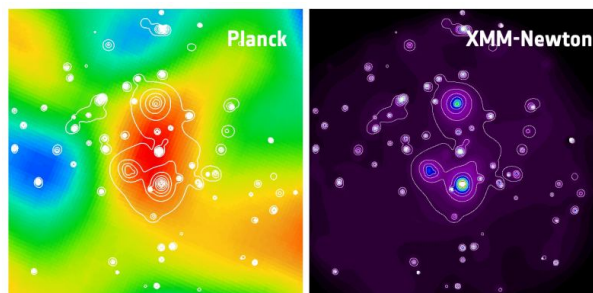


Рисунок 3. Это изображение показывает открытое сверхскопление галактик, обнаруженное "Планком" и "XMM-Ньютоном". Это первое сверхскопление, открытое с помощью эффекта Сюняева-Зельдовича. Слева - изображение, полученное "Планком". Правая панель показывает изображение, полученное с помощью обсерватории "XMM-Ньютона": видно три скопления галактик, которые составляют это сверхскопление. Для наглядности контуры рентгеновского изображения нанесены на изображение "Планка". Видно, что сигнал от сверхскопления является результатом суммы сигнала от трех отдельных скоплений с возможным дополнительным вкладом от волокнистой структуры (филаментов) между ними. Угловое расстояние между верхним скоплением и одним из скоплений в нижнем правом углу составляет приблизительно 7.5 минут дуги. Более слабые круглые контуры, рассеянные повсюду, не связаны со сверхскоплением; они как и точечные рентгеновские источники, расположены или на заднем плане или перед сверхскоплением, и скорее всего, являются активными ядрами галактик. Рентгеновское излучение, показанное на изображении "XMM-Ньютона", меняется в диапазоне между 300 eV и 2000 eV, что соответствует температурному диапазону от 3.5 миллионов до 23 миллионов градусов. Размер изображения составляет приблизительно 15 минут дуги. (Изображение: Планка: ESA/LFI & HFI Consortia; изображение XMM-Ньютона: ESA)

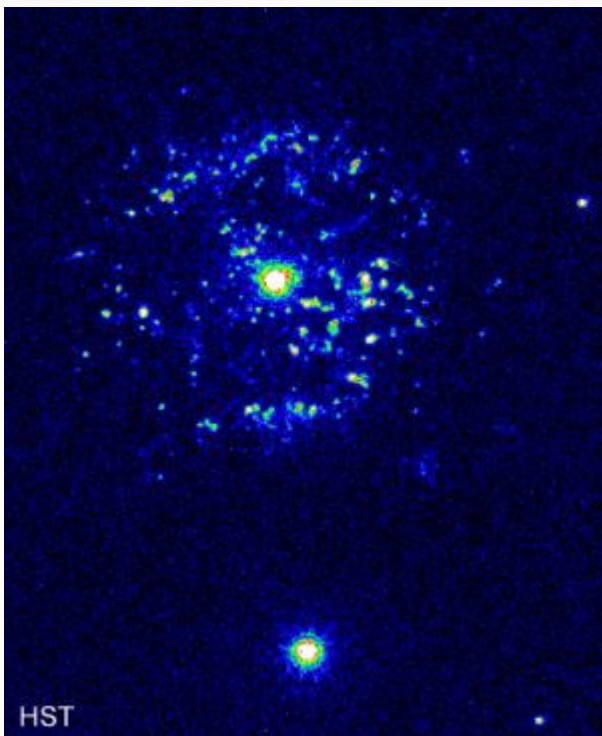
Именно благодаря совместным действиям между этими двумя миссиями ESA, которые позволили астрономам использовать "XMM-Ньютон", чтобы подтвердить открытия Планка, были открыты скопления галактик и одно сверхскопление. Наблюдения "XMM-Ньютона" показали, что один из кандидатов в скопления - фактически сверхскопление, состоящее по крайней мере из трех отдельных массивных скоплений галактик, которые одними только наблюдениями "Планка" разрешить было невозможно. Совместные действия между этими двумя миссиями оказались чрезвычайно успешными, и "XMM-Ньютон" будет продолжать исследование обнаруженные объекты "Планка", чтобы подтвердить природу кандидатов в скопления. И более того, в будущем "XMM-Ньютон" может проводить более глубокие наблюдения некоторых скоплений, чтобы более подробно измерять их характеристики.

Сигнал от открытого сверхскопления является результатом суммы сигналов от трех отдельных скоплений, кроме того, возможен дополнительный вклад от волокнистой структуры между скоплениями. Это в свою очередь дает важные ключи к пониманию распределения газа на очень крупных масштабах, которое, в свою очередь, крайне важно для понимания вклада темной материи. Первый обзор всего неба "Планка" был начат в середине августа 2009 г. и закончен в июне 2010 г. Команда ученых "Планка" в настоящее время анализирует данные из первого обзора всего неба, чтобы идентифицировать как известные, так и новые скопления галактик для составления каталога, который будет выпущен в январе 2011 г. Предполагается, что "Планк" продолжит собирать данные до конца 2011 года, это означает, что будет сделано еще более чем четыре скана по всему небу.

<http://astronet.ru/db/msg/1247131>

Подборка новостей производится по материалам с сайта <http://www.universetoday.com/> <http://elementy.ru/> <http://www.eso.org> <http://www.astronews.ru> <http://lenta.ru/>

Откуда астрономы это знают?



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

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

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

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

От радиоволн до гамма-лучей

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



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

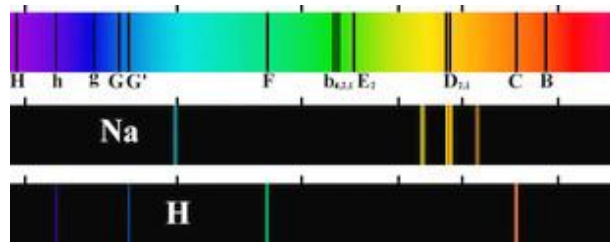
Сравнивать есть с чем, ибо свет несет в себе колоссальный объем информации. Даже беглого взгляда на звезды достаточно, чтобы заметить — они различаются по цвету. Это уже очень важная информация, так как цвет зависит от температуры. Иными словами, просто посмотрев на звезду невооруженным взглядом и предположив,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

Цвет и температура

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

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

атмосферы, если линии, образующиеся на различных глубинах, смещаются по-разному.

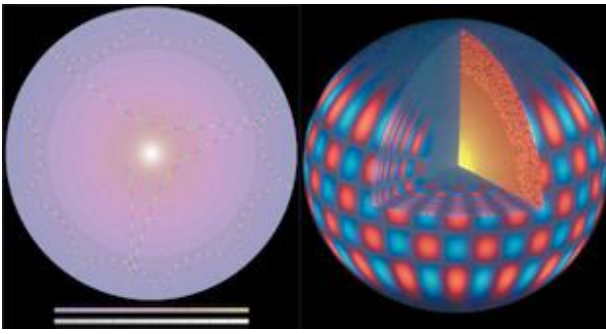


Первую карту солнечного спектра построил в начале XIX века знаменитый оптик Йозеф Фраунгофер. Наиболее заметным темным линиям в спектре Солнца он присвоил буквенные обозначения, некоторые из которых применяются астрономами до сих пор (*верхний рисунок*). Во второй половине XIX века выяснилось, что положение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

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

Гори, гори, моя звезда

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



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

Расстояния и возрасты

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

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

Теоретические модели звездной эволюции предсказывают, что звезды разных масс выстраивают свою жизнь по-разному: массивные звезды быстро сжигают отведенные им большие запасы топлива, живя ярко, но недолго. Звезды малых масс, напротив, расходуют себя очень экономно, растягивая свое скромное количество водорода на миллиарды лет. Иными словами, теория предсказывает, что чем старше звездное скопление, тем меньше будет в нем массивных звезд. Именно такую картину дают нам наблюдения. В молодых звездных скоплениях (с возрастными порядками нескольких миллионов лет) попадают иногда звезды с массами в несколько десятков масс Солнца; в скоплениях среднего возраста (десятки и сотни миллионов лет) верхняя граница масс звезд опускается до десятка масс Солнца; наконец, в самых старых скоплениях мы практически не видим звезд массивнее Солнца. Конечно, на это можно возразить, что мы используем для подтверждения теории звездной эволюции возрасты звездных скоплений, определенные с помощью этой самой теории. Но правильность определения возрастов скоплений подтверждается и другими фактами. Например, скопления, которые с точки зрения теории звездной эволюции кажутся самыми молодыми, практически всегда окружены остатками

молекулярного облака, из которого они образовались. Самые же старые скопления — шаровые — стары не только с точки зрения теории звездной эволюции, они еще и очень бедны тяжелыми элементами (по сравнению с тем же Солнцем), что вполне согласуется с их почтенным возрастом. В ту далекую эпоху, когда они родились, тяжелые элементы в Галактике еще не успели синтезироваться в больших количествах.

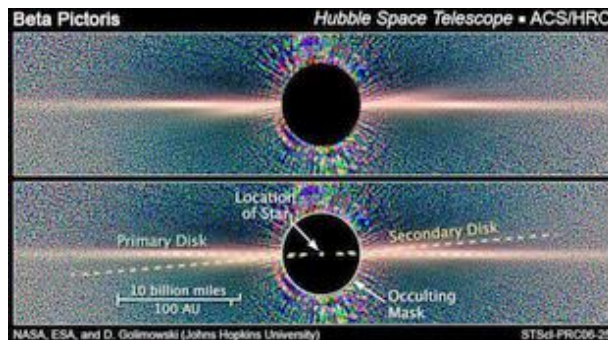


Звездные скопления, населяющие галактический диск, астрономы называют рассеянными. Входящие в них звезды (как правило, не более нескольких сотен) довольно сильно разбросаны в пространстве, так что иногда бывает даже трудно отличить реальное скопление от случайного группирования звезд на небосводе. Эти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

Правда, синтез тяжелых элементов — это тоже предсказание теории звездной эволюции! Но и оно подтверждается независимыми наблюдениями: с помощью спектроскопии мы накопили множество данных о химическом составе звезд, и теория звездной эволюции прекрасно объясняет эти данные не только с позиции содержания конкретных элементов, но и с позиции их изотопного состава. В общем и целом можно, наверное, закончить разговор о теории звездной эволюции так. В ней вряд ли можно найти какое-то одно конкретное предсказание, которое подтверждало бы какой-то один аспект теории. Скорее, мы имеем в своем распоряжении сложную теоретическую картину жизни звезд различных масс и химического состава, начиная от ранних эволюционных стадий, когда термоядерные реакции в звезде только загорелись, до последних этапов эволюции, когда массивные звезды взрываются как сверхновые, а маломассивные сбрасывают оболочки, оголяя компактные горячие ядра. Она позволила сделать неисчислимые теоретические предсказания, которые находятся в прекрасной согласии с весьма сложной наблюдательной картиной, заключающей в себе данные о температурах, массах, светимостях, химическом составе, пространственном распределении миллиардов звезд самых различных типов — от ярких голубых гигантов до белых карликов.

Рождение звезд и планет

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



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

Из наблюдений мы знаем, что, во-первых, молодые звезды всегда находятся в молекулярном газе, а во-вторых, рядом с уже «готовыми» молодыми звездами в молекулярных облаках наблюдаются и так называемые *дозвездные ядра* — плотные газо-пылевые сгустки, спектры которых явно указывают на то, что эти сгустки сжимаются. Однако мы не можем пока сказать, как появляются эти сгустки и почему они начинают сжиматься. Точнее, есть две основные версии звездообразования. Согласно одной из них, молекулярные облака удерживаются от сжатия магнитным полем (магнитное поле в молекулярных облаках действительно имеется), а дозвездные ядра появляются там, где поддержка магнитного поля по каким-то причинам ослабевает. Согласно другой версии, движущей силой звездообразования является наблюдаемая в облаках турбулентность: дозвездные ядра образуются там, где случайно сталкиваются хаотические потоки вещества. Однако объем наблюдательных данных пока слишком мал, чтобы можно было с уверенностью отдать предпочтение одному из этих механизмов (или предложить третий, четвертый...). Немногим лучше обстоят дела с теорией образования планет: по современным представлениям, они

образуются в газо-пылевых дисках у молодых звезд. Опять же, напрямую образование планет в них никто не видел, но сами эти диски наблюдаются во множестве. Благодаря этому получены косвенные свидетельства того, что пылинки в молодых дисках на определенном эволюционном этапе начинают слипаться, постепенно увеличиваясь в размерах, — на этой стадии у дисков меняется форма спектра в инфракрасном диапазоне. В некоторых «протопланетных» дисках обнаружены аномальные структурные детали — изгибы и «дырки», — которые *могут быть* вызваны тяготением уже образовавшихся в них планет.

Иные миры и края

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



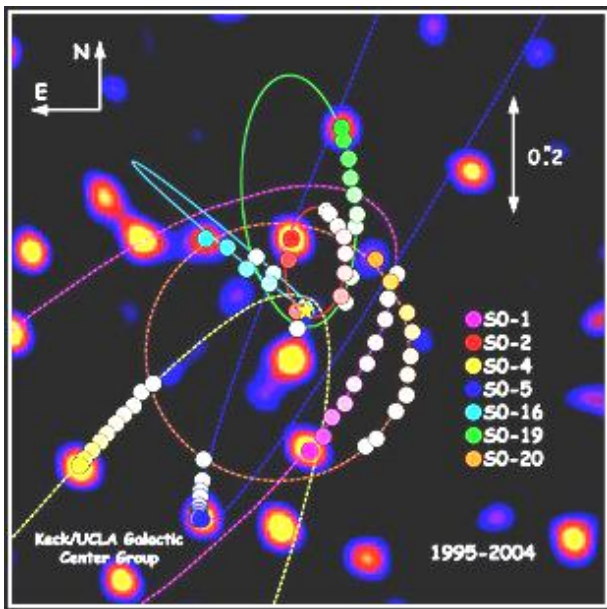
В подавляющем большинстве случаев доказательством существования планеты являются только регулярные колебания лучевой скорости «родительской» звезды. В нескольких случаях к ним добавляются регулярные и синхронизованные с колебаниями лучевой скорости падения яркости звезды — затмения. Лишь в паре неподтвержденных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

Если орбита планеты не строго перпендикулярна лучу зрения, половину ее периода звезда приближается к наблюдателю, половину периода — удаляется от него. В результате линии в спектре звезды немного «съезжают» то вправо, то влево от среднего положения. Строго говоря, такие колебания говорят о наличии спутника, но не позволяют уверенно утверждать, что это именно планета, а не коричневый карлик или очень маломассивная звезда (если бы это была «нормальная» звезда, ее просто было бы видно). Над подобными наблюдениями тяготеет «проклятие синуса i », где i — угол между плоскостью орбиты планеты и плоскостью небосвода. По размаху колебаний спектральных линий определяется не масса, а ее произведение на $\sin i$. Смысл этого умножения прост: если орбита лежит точно в плоскости небосвода, никаких колебаний в спектре мы не увидим, даже если спутник звезды очень массивен. Поэтому в адрес метода лучевых

скоростей до сих пор высказываются сомнения. Во-первых, обнаруженное с его помощью тело может и не быть планетой, во-вторых, колебания лучевых скоростей, вообще говоря, могут быть связаны и с движениями в атмосфере звезды... Другое дело, если плоскость орбиты планеты почти перпендикулярна плоскости небосвода, то есть почти параллельна лучу зрения. В этом случае мы можем рассчитывать увидеть затмения звезды планетой. И, начиная с 1999 года, такие затмения действительно наблюдаются! Пока, правда, известно лишь несколько примеров внесолнечных планет, параметры которых удалось одновременно определить и по затмениям, и по методу лучевых скоростей. Затмения в этих системах происходят именно тогда, когда их предсказывает метод лучевых скоростей, вселяя надежду на то, что в большинстве случаев «планетные» колебания линий в спектрах звезд действительно связаны с планетами. Кстати, поскольку в такой затменной системе угол i примерно равен 90° , а $\sin i$, соответственно, близок к единице, то определенная по методу лучевых скоростей минимальная масса планеты близка к ее истинной массе. Поэтому в данном случае можно уверенно отличить планету от коричневого карлика.

Увидеть невидимое

Говоря о невидимом, нельзя, конечно, не сказать о наиболее интригующих астрономических объектах. Понятие о черных дырах — объектах с настолько мощной гравитацией, что оторваться от них не может даже свет, — появилось в науке еще в XVIII веке благодаря англичанину Джону Мичеллу и французскому Пьеру Лапласу. В начале XX века немецкий ученый Карл Шварцшильд придал этой идее математическую обоснованность, выведя черные дыры как следствие из общей теории относительности. Иными словами, черные дыры были предсказаны теоретически задолго до того, как можно было бы мыслить о том, чтобы найти свидетельства их реального существования в природе. Да и как можно говорить об открытии объектов, увидеть которые невозможно не просто из-за временного несовершенства аппаратуры, а по определению? Вполне естественно, что основным аргументом в пользу того, чтобы назвать некий массивный объект черной дырой, стала его невидимость. Первым кандидатом в черные дыры в начале 1970-х годов оказался невидимый компаньон двойной системы Лебедь X-1. Он имеет массу более 5 масс Солнца, но все попытки обнаружить его собственное излучение успехом не увенчались. О его наличии говорит лишь гравитационное воздействие, которое он оказывает на вещество видимого компонента. Как выясняется, очень сложно придумать *другую* физическую сущность, которая обладала бы столь большой массой и оставалась при этом невидимой. Еще более убедительное доказательство реальности черных дыр получено в последние годы для ядра нашей Галактики. Причем оно вытекает не из каких-то сложных теорий, нет, а из обычной небесной механики, описывающей движение спутника вокруг главного тела. На протяжении последнего десятилетия ученые отслеживают движение нескольких звезд в ближайших окрестностях геометрического центра Галактики. Орбита одной из этих звезд прорисована почти полностью — она обращается вокруг центра по вытянутому эллипсу так, словно находится в поле тяготения объекта с массой в несколько миллионов солнечных масс. Радиус объекта не превышает нескольких десятков астрономических единиц — таков размер орбиты этой звезды. Естественно, любой тяготеющий объект может быть только меньше орбиты своего спутника. Представьте себе: миллионы солнечных масс вещества упакованы в размер Солнечной системы и остаются при этом невидимыми! Здесь нужно вспомнить еще об одном великом научном принципе — так называемой бритве Оккама: не нужно множить сущности без необходимости, из всех объяснений отдавая предпочтение самому простому. Черная дыра, какую бы экзотикой она ни казалась, на сегодняшний день остается *наиболее простым* решением этой загадки. Хотя это, конечно, не гарантирует, что в будущем не будет найдено еще более простое решение.



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

В принципе, сказанное относится и к квазарам — необычайно ярким и очень компактным источникам излучения, невероятно высокую светимость которых объясняют выделением энергии при аккреции (падении) вещества на черную дыру. Материя не падает непосредственно на дыру, а закручивается вокруг нее, образуя тонкий аккреционный диск. Это связано с тем, что во вращающейся системе гравитация (центрального объекта или всей системы целиком) в направлении, перпендикулярном оси вращения, уравновешивается центробежной силой, поэтому сжатие происходит только параллельно оси вращения, «сплющивая» систему в плоский блин. Движение газа по диску описывается законами Кеплера (поэтому такие диски называют иногда «кеплеровскими»). Хотя имя Кеплера обычно связывают с догадкой о том, что планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца по эллипсам, однако законы Кеплера в равной степени применимы и к движению по окружности (которая представляет собою частный случай эллипса). Одно из проявлений законов Кеплера применительно к дискам состоит в том, что слои на различных расстояниях от центра движутся с различными скоростями и в результате «трутся» друг о друга, преобразуя кинетическую энергию орбитального движения в тепловую энергию и далее в энергию излучения. Это объяснение может оказаться не единственным, но на сегодняшний день оно является самым простым. В конце концов, если отвлечься от масштабов явления, источником разогрева (и свечения) вещества в аккреционной модели является трение — куда уж проще? Чудовищная энергетика квазаров требует, чтобы объект, на который «падает» вещество, был очень массивным и геометрически маленьким (чем меньше внутренний радиус диска, тем больше в нём выделяется энергии). В ядре активной галактики NGC 4258 «кеплеровский» диск удалось наблюдать непосредственно, то есть не просто разглядеть очень плоскую газовую структуру, а измерить скорость движения вещества в ней и продемонстрировать, что это именно диск, вращающийся «по Кеплеру». Квазары располагаются в центрах галактик, то есть именно там, где в нашей и других галактиках обнаружены объекты, очень

похожие на черные дыры... Логично предположить, что массивные компактные объекты в квазарах также представляют собою черные дыры. Еще один космический невидимка — темная материя, то есть материя, проявляющая себя в гравитации, но не в излучении. Идея о ее существовании высказал астроном Фриц Цвикки. Он обратил внимание на то, что скорости движения галактик в скоплениях слишком велики, чтобы их можно было объяснить тяготением только видимого вещества. В скоплениях галактик должно быть *что-то еще*, невидимое, но обладающее гравитационным полем. Позже подобные аномалии обнаружались и в движении звезд внутри галактик. Гипотезу о темном веществе критикуют на том основании, что она якобы нарушает всё то же правило Оккама: обнаружив неясности в движениях звезд и галактик, астрономы не стали объяснять их с позиций существующих теорий, а сразу же ввели новую сущность — темное вещество. Но критика эта, на мой взгляд, несправедлива. Во-первых, «темное вещество» само по себе сущностью не является. Это просто констатация факта, что движение звезд в галактиках и галактик в скоплениях не описывается только тяготением видимого вещества. Во-вторых, объяснить это тяготение имеющимися сущностями оказывается не так-то легко. Вообще, на роль темного вещества годятся любые массивные невидимые (с помощью современных средств наблюдения) объекты. Скажем, за темную материю вполне могли бы сойти заполняющие пространство коричневые карлики или так называемые «черные» карлики, то есть остывшие, холодные и потому невидимые белые карлики. Однако у этих объектов есть крупный недостаток: их можно привлечь для описания темной материи, но не удастся безболезненно вписать в современную картину Мироздания. Белый карлик — это не только несколько десятых солнечной массы невидимого вещества, но еще и изрядное количество углерода и азота, синтезированных звездой — предшественницей этого белого карлика. Если мы предположим, что пространство заполнено остывшими белыми карликами, мы ответим на вопрос о природе темной материи, но вынуждены будем заняться нелегкими поисками ответа на другой вопрос — куда девались выброшенные этими карликами атомы С и N, которые должны были проявиться в химическом составе звезд следующих поколений? Кроме того, и у белых, и у коричневых карликов есть еще один общий недостаток - они не образуются сами по себе. Вместе с ними должны были в изрядных количествах образовываться и более массивные звезды. Эти звезды, взорвавшись в конце своего жизненного пути как сверхновые, просто разметали бы галактику по окружающему пространству. Вот так и получается, что неизвестные науке элементарные частицы оказываются не экзотическим, а наиболее легко объяснимым кандидатом на роль темной материи. Впрочем, попытки объяснить аномальное движение звезд невидимыми «обычными» объектами продолжают. «Материальность» темной материи также оспаривается. Сейчас публикуется довольно много работ по теории МОНД — модифицированной ньютоновской динамике. Согласно ей, при движениях с очень малыми ускорениями в формулы для ньютоновского тяготения нужно вводить поправки. Неучет этих поправок и приводит к тому, что возникает иллюзия дополнительной массы.

Потрогать руками

Утверждение, что астрономы не могут потрогать изучаемые ими объекты, не всегда справедливо. По крайней мере, в пределах Солнечной системы кое-что мы можем не только в подробностях сфотографировать, но и «потрогать» (хотя бы посредством автоматов). Неудивительно поэтому, что ее устройство известно нам довольно неплохо. Вряд ли кто-то будет оспаривать тот факт, что Земля вращается вокруг Солнца и что вместе с ней вокруг Солнца вращается еще великое множество разнообразных тел. Мы понимаем силы, под воздействием которых движутся эти тела, и умеем предсказывать их движение. Собственно, именно изучение движения небесных тел привело к появлению самого точного раздела астрономии — небесной механики. Вспомним хотя бы историю открытия первого астероида — Цереры. Итальянский астроном Дж. Пиацци открыл ее в первую ночь XIX столетия и тут же потерял. Однако знание

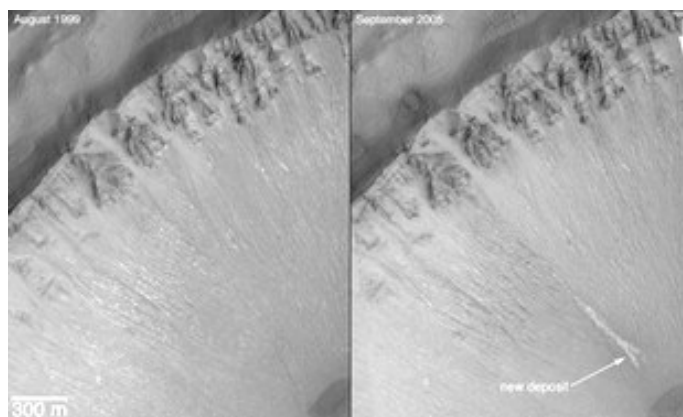
траектории, по которой *должна* двигаться Церера (если верны наши представления об устройстве Солнечной системы), позволило немецкому математику К. Гауссу предсказать ее положение на будущие даты, и через год после открытия Церера была найдена вновь, и именно там, где ей надлежало быть.



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

Тут можно вспомнить еще хрестоматийную историю об открытии Нептуна «на кончике пера», но гораздо лучшим доказательством понимания небесно-механического устройства Солнечной системы является его практическое использование. Сейчас редкий полет межпланетного космического аппарата обходится без так называемого гравитационного маневра — траекторию полета прокладывают таким хитрым образом, чтобы на разных ее участках аппарат ускорялся притяжением больших планет. Благодаря этому удается экономить немало топлива. Говоря коротко, мы очень хорошо (хотя и не идеально) разбираемся в *движении* тел Солнечной системы. Хуже обстоит дело с пониманием их индивидуальной природы. За примерами не нужно далеко ходить. Марсианские каналы — какая это была замечательная иллюзия! Астрономы-наблюдатели рисовали карты марсианской мелиорационной сети, астроботаники выдвигали смелые гипотезы о жизненном цикле марсианских растений, вдохновленные ими фантасты рисовали картины контакта с марсианами (почему-то одна другой страшнее)... Первые же снимки Красной планеты, полученные космическими аппаратами, развеяли эти фантазии даже не в пыль — в дым. Добро бы еще каналы оказались чем-то не тем, за что их принимали. Нет, они просто отсутствовали! Навязчивое желание увидеть на Марсе что-то «эдакое» сыграло с наблюдателями злую шутку. При близком рассмотрении Красная планета оказалась совершенно мертвой. Сейчас наше представление о Марсе кардинально отличается от того, что имело место всего каких-нибудь 50 лет назад. К Марсу слетало множество зондов, на нём побывали спускаемые аппараты, в том числе марсоходы, проехавшие по его поверхности значительное количество километров. Построены подробнейшие карты рельефа, температур, минерального состава, магнитного поля поверхности Марса. Смело можно утверждать, что, по крайней мере, о поверхности и атмосфере Марса мы знаем почти всё. Значит ли это, что в марсианских исследованиях не осталось места догадкам? О, нет! Беда в том, что активная фаза жизни Марса давно закончилась. Несмотря на близость Красной планеты, мы всё равно видим только результат, но лишены возможности наблюдать процесс. Приходится прибегать к аналогиям. В конце концов, Земля и Марс не так уж сильно отличаются друг от друга. Почему бы не предположить, что подобные

формы рельефа на обеих планетах сформированы подобными процессами? Первые же снимки марсианской поверхности принесли землянам не только грустную новость об отсутствии каналов. На них обнаружилось и кое-что интересное — высохшие речные русла. Пусть на современном Марсе нет воды, но она была там в далеком прошлом! Ибо что, кроме текущей воды, способно оставить такие следы? Добавьте к этому слоистость горных пород Марса, очень похожую на строение земных осадочных пород, и наличие минералов, которые на Земле образуются только в жидкой среде... Одним словом, вся совокупность данных о Марсе говорит о том, что когда-то, скорее всего очень давно и очень недолго, водоемы на нём были. Но все эти данные являются, конечно, косвенными доказательствами. И именно здесь проходит граница, за которой читатель или слушатель астрономической новости должен держать ухо востро. Ибо от результата наблюдения к выводу из него пролегает цепочка логических умозаключений и дополнительных предположений, которая в текст популярной новости попадает не всегда (это, впрочем, верно в отношении не только астрономии, но и других наук).



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

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



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

Можно ли всему этому верить?

Увы, удаленность большинства астрономических объектов и значительная длительность большинства астрономических процессов приводят к тому, что доказательства в астрономии, как правило, являются косвенными. Причем чем дальше мы удаляемся от Земли в пространстве и времени, тем косвеннее доказательства. Казалось бы, есть все основания относиться к утверждениям астрономов с недоверием! Но сила этих утверждений — не в «железобетонности» доказательств, а в том, что эти доказательства складываются в единую картину. Современная астрономия — не собрание разрозненных фактов, а система знаний, в которой каждый элемент связан с другими, как связаны друг с другом отдельные кусочки мозаики-пазла. От общего количества звезд, рождающихся в год, зависит количество сверхновых — значит, скорость звездообразования должна согласовываться с темпом вспышек сверхновых. Этот темп, в свою очередь, согласуется с наблюдаемым количеством синтезируемого при вспышках радиоактивного изотопа алюминия. Причем многие из этих связей были сначала предсказаны, а потом обнаружены в наблюдениях. Было сначала предсказано, а потом обнаружено реликтовое излучение, сначала предсказаны, а потом обнаружены нейтронные звезды... Была предсказана форма протопланетных дисков, наличие разнообразных молекул в молекулярных облаках... Каждый из элементов этой мозаики, взятый в отдельности, малозначим, но вместе они складываются в весьма прочную картину, которая тесно увязана с успехами «земной» физики. Насколько можно доверять этой картине? Конечно, какие-то из элементов

мозаики обоснованы лучше, чем другие. С одной стороны, современные представления о природе темной материи могут подвергнуться пересмотру. А вот подобрать адекватную замену, например, для термоядерного механизма производства энергии в недрах звезд вряд ли удастся. Еще в начале XX века в этой области оставался некоторый простор для фантазии, но сейчас термоядерный механизм согласован с очень большим количеством наблюдательных данных. Если у кого-то возникнет теперь желание придумать собственный механизм, он должен будет объяснить как минимум все эти же данные, не потеряв при этом согласованности со смежными элементами мозаики. Я бы сказал так: основы современной

астрономической картины Мира могут оказаться неверными только целиком. То есть мы можем ошибаться не в отдельных фрагментах, а во всей физике сразу. Например, если окажется, что звезды — это все-таки не звезды, а дырочки в хрустальном небосводе, в которые какой-то шутник пускает излучение разного спектрального состава... Признаком надежности элемента астрономической картины может, конечно, служить его долголетие. И в этом отношении астрономия кажется вполне благополучной наукой: ее базовые концепции не меняются уже много десятилетий (нужно учитывать, что современной астрофизике всего-то от роду полтора десятка лет). Теория термоядерного синтеза разработана в 1930-е годы, разбегание галактик открыто в 1920-е годы, теория звездообразования сейчас эволюционирует, но ключевым понятием в ней остается, например, гравитационная неустойчивость, основные принципы которой были сформулированы Дж. Джинсом в самом начале XX века... Можно, наверное, сказать, что концептуально в астрономии ничего не менялось с тех пор, как Харлоу Шепли доказал, что Солнце находится не в центре Галактики, а Хаббл доказал, что Туманность Андромеды — это внегалактический объект. Конечно, с началом Космической эры сильно изменились наши представления о планетах, но ранние фантазии о Марсе и Венере были порождены скорее научным романтизмом, чем научным предвидением.

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

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

Дмитрий Вибе,

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

Как рождаются звезды



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

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

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

Отдельные детали в этой картине могут измениться, но в целом ход жизни звезды надежно прослеживается, в том числе с помощью компьютерных моделей. «Дайте мне звезду, и я предскажу ее судьбу!» — может воскликнуть

астроном. Легко сказать — «дайте!» Но как именно рождаются звезды? Понятно, что они формируются при сжатии облаков газа, заполняющих межзвездное пространство, однако подробности процессов, приводящих к рождению звезд разных типов, до сих пор во многом остаются загадочными.

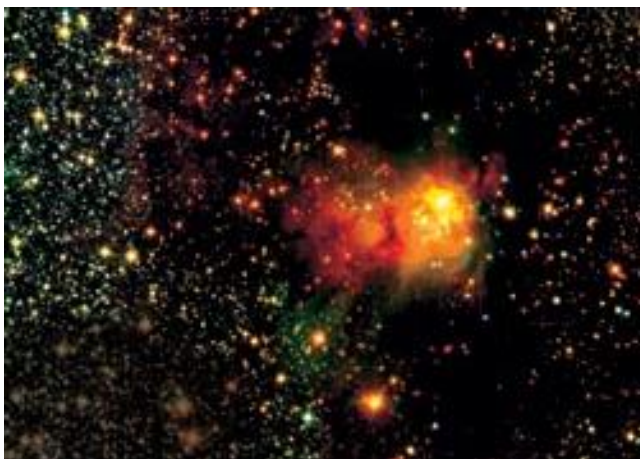
В темном облаке

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

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

а плотность вещества возрастает в миллионы миллиардов раз — от почти полного вакуума до плотности комнатного воздуха.

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



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

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

Наиболее интересные результаты в этой области дают инфракрасные телескопы и радиотелескопы самого коротковолнового диапазона — субмиллиметрового. Принимаемое ими излучение проникает сквозь пылевую завесу, поскольку его длина волны больше размеров пылинок. Но, к сожалению, оно поглощается в земной атмосфере. Поэтому инструменты приходится устанавливать на борту самолетов, поднимающихся в стратосферу, а еще лучше — на спутниках, работающих вне атмосферы. Впрочем, и на Земле удается найти места высоко в горах, где разреженный сухой воздух не сильно мешает наблюдениям. В этом отношении очень хороши чилийские Анды. Именно там, в Южной Европейской

обсерватории (Ла-Силья, Чили), установлен один из лучших наземных приборов для исследования формирующихся звезд — комплекс инфракрасных спектрографов и камер, смонтированный на 3,6-метровом телескопе NTT (New Technology Telescope — Телескоп новой технологии).

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

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



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

На заре новой физики

Первая правильная мысль о происхождении звезд принадлежит еще Ньютону. Едва поняв всеобъемлющий

характер гравитации, он стал размышлять о ее роли в развитии небесных тел.

В письме преподобному Ричарду Бентли от 10 декабря 1692 года Ньютон пишет вот что: «Мне кажется, что если бы все вещество нашего Солнца и планет и все вещество Вселенной было бы равномерно рассеяно в небесных глубинах, и если бы каждая частица имела врожденное тяготение ко всем остальным, и если бы, наконец, пространство, в котором была бы рассеяна эта материя, было бы конечным, вещество снаружи этого пространства благодаря указанному тяготению влеклось бы ко всему веществу внутри и вследствие этого упало бы в середину всего пространства и образовало бы там одну огромную сферическую массу. Однако если бы это вещество было равномерно распределено по бесконечному пространству, оно никогда не могло бы объединиться в одну массу, но часть его сгущалась бы тут, а другая там, образуя бесконечное число огромных масс, разбросанных на огромных расстояниях друг от друга по всему этому бесконечному пространству. Именно так могли образоваться и Солнце, и неподвижные звезды».

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

Остановка карусели

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

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

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

Что скрывает тарантул?

Туманность Тарантул, расположенная в соседней галактике Большое Магелланово Облако, удалена от нас на 170 тысяч световых лет, но сияет так ярко, что различима даже

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



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

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

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

Происхождение гигантов

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

астрономии уже полстолетия доказывает, что физику эту мы как раз понимаем не совсем правильно.

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

Этапы формирования звезды



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

А наблюдатели тем временем не унимались: в ядре небольшого звездного скопления Пишмиш 24 (Pismis 24), удаленного от нас примерно на 8000 световых лет, они обнаружили светило, судя по мощности его излучения, превосходящее Солнце по массе раз в 200, а то и 300! Тут уже теоретики не выдержали: «Не верим!» — и заставили наблюдателей внимательнее присмотреться к звезд-тяжеловесу. Международная группа астрономов под руководством Х.М. Апелланиса (J.M. Apellaniz, Институт астрофизики Андалусии, Испания), используя 6,5-метровый телескоп «Магеллан» и космический телескоп «Хаббл», обнаружила, что звезда-то двойная! Рядом друг с другом, обращаясь вокруг общего центра масс, живут две упитанные звезды, каждая примерно в 100 раз массивнее Солнца. В этом же скоплении нашлась еще одна столь же массивная звезда. Само по себе это крайне любопытно: три

медведя в одной берлоге! Таких массивных звезд в Галактике всего не более дюжины, а тут сразу три в одном месте. Но это дело случая, а главное здесь в том, что теория внутреннего строения звезд выдержала проверку — массы звезд не превосходят 150 масс Солнца (оказалось, что и массу эты Киля сначала немного преувеличили — она тоже не превышает 150 масс Солнца).

Казалось бы, все в порядке и астрономы могут спать спокойно (разумеется, днем, поскольку ночью они работают). Но нет — спокойно могут спать только специалисты по внутреннему строению звезд. А те, кто изучает формирование звезд, заснуть не могут. Дело в том, что протозвезда по мере увеличения массы быстро наращивает мощность излучения и начинает активно отталкивать от себя новые порции вещества. Расчеты показывают, что звезды с массой более 15—20 масс

Солнца вообще рождаться не могут. Но они есть! Может быть, эти тяжеловесы образуются позже, например, при слипании нескольких молодых звезд? Пока неясно. Над этой проблемой еще предстоит поработать.

Обманчивая простота

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

Они, пожалуй, похожи на фабричные изделия, сделанные одной и той же машиной». Более осторожный Эддингтон практически соглашался с ним: «Разумно надеяться, что в не слишком отдаленном будущем мы сможем понять такую простую вещь, как звезда». Правда, один из старших товарищей заметил на это Эддингтону: «Если на вас посмотреть с расстояния нескольких световых лет, то и вы показались бы чрезвычайно простым». Жизнь доказала справедливость этой реплики. В 1960 году известный исследователь звезд американский астроном Мартин Шварцшильд писал: «Чем больше мы познаем действительное состояние такого сложного физического образования, каким является звезда, тем более запутанным оно нам представляется».



Одна из крупнейших известных областей звездообразования NGC 604, расположенная в галактике Треугольник (M33), содержит более 200 молодых массивных звезд. Видны газовые пузыри, надутые их излучением

Коперник был не прав?

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

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

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

Выяснилось, что среди миллиардов звезд почти невозможно найти светило, похожее на Солнце и имеющее столь же спокойный характер. Наша Галактика среди подобных ей крупных звездных систем также оказалась на редкость «мирной», практически не проявляющей активности: даже расположенная в ее ядре массивная черная дыра ведет себя весьма тихо.

Солнце со своими планетами движется в Галактике не абы как, а счастливо избегая мест скопления новорожденных звезд, среди которых немало активных, а значит, опасных для нашей биосферы. Последнее, что долго не удавалось выяснить астрономам, — насколько типична наша планетная система и часто ли у других звезд встречаются планеты, подобные Земле. Найти планеты вблизи иных звезд всегда представлялось задачей невероятно сложной. Но последнее десятилетие XX века подарило астрономам долгожданное открытие: в 1991—1996 годах были найдены первые планетные системы у звезд разного типа, включая даже нейтронные звезды — радиопульсары. И тут выяснилось, что в большинстве своем экзопланетные системы совершенно не похожи на нашу. В них планеты-гиганты типа **Юпитера** оккупируют «зону жизни» — область вокруг звезды, где температурные условия на планете позволяют существовать жидкой воде — главному условию развития жизни земного типа. Но на самих газовых гигантах-«юпитерах» жизнь развиваться не может (у них даже нет твердой поверхности), а маленькие планеты земного типа эти гиганты из «зоны жизни» выпихивают. Теперь ясно, что Солнечная система нетипична, а возможно, и уникальна: ее планеты-гиганты, движущиеся по круговым орбитам вне «зоны жизни», позволяют длительное время существовать в этой зоне планетам земного типа, одна из которых, Земля, имеет биосферу. По-видимому, другие планетные системы крайне редко обладают этим качеством. Для тех, кто надеется быстро найти братьев по разуму, это неприятное известие. Но Галактика велика, в ней постоянно рождаются звезды, а значит, и планеты. Вокруг нас миллиарды звезд, окруженных планетами (теперь мы в этом уверены!). Среди них обязательно найдутся копии Земли, а возможно, даже более благоприятные для жизни места.

Владимир Георгиевич Сурдин, ГАИШ

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

Комета, которая удивила мир!



Комета McNaught (C/2006 P1) 10 января 2007 года. Фото: [Giuseppe Menardi](http://spaceweather.com). Это и другие изображения - с сайта <http://spaceweather.com>

Комета, заявившая о себе на весь мир в январе этого года, была открыта в созвездии Змееносца еще 7 августа 2006 года австралийским астрономом Робертом МакНотом (Robert McNaught) на снимках, сделанных в обсерватории Сайдинг-Спринг в Новом Южном Уэльсе. На момент открытия блеск комет составлял 17^m. До этого имя австралийского астронома получили уже три десятка комет, но, как правило, они не были доступны любительским телескопам. И эта «небесная гостья», получившая наименование McNaught (C/2006 P1), поначалу вела себя вполне скромно. Расчет эфемерид показал, что максимальный блеск, которого она может достичь к середине января, составит 2^m, поэтому особого ажиотажа не наблюдалось даже среди любителей астрономии, не говоря о рядовых гражданах. Ведь было известно, что при максимальном блеске комета пройдет на небосводе слишком близко к Солнцу – на угловом расстоянии около 6 градусов. Но при +2^m увидеть комету так близко к Солнцу в обычные любительские телескопы не представляется возможным. Максимум, на что надеялись любители астрономии – это была возможность увидеть комету в начале января, когда она короткое время будет видна в созвездии Щита на фоне сумеречного сегмента. Но уже к середине декабря, когда комета находилась на границе созвездий Змееносца и Змеи, ее блеск оценивался в 6^m,

«опережая график» на несколько звездных величин! Вот тогда-то и появились первые предположения, что McNaught (C/2006 P1) можно будет наблюдать, как самую яркую комету года. Но за первую декаду 2007 года она приобрела еще более удивительную яркость и признана ярчайшей кометой последних десятилетий! McNaught (C/2006 P1) стала самой яркой из наблюдавшихся за последние 40 лет комет. Блеск ее намного превысил блеск кометы Хэйла-Боппа, навестившей нас в 1997 году, и, тем более, знаменитой кометы Галлея, прошедшей перигелий двадцать лет назад (в 1986 году). Из всех ярких комет McNaught (C/2006 P1) уступила только Икейя-Секи (Ikeya-Seki C/1965 S2), блеск которой 20 октября 1965 года достиг –7^m! Все же в максимуме своего блеска нынешняя комета затмила Венеру.



Комета на дневном небе 13 января 2007 года. Фото: Mauro Zorzenon и Cristina Scauri, Matajur Mountain, Udine, Italy

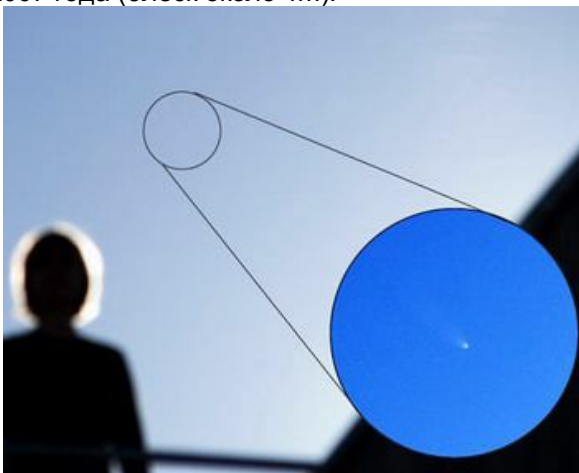
В первых числах года комету удалось увидеть невооруженным глазом и сфотографировать многим любителям астрономии России и СНГ. К сожалению, плотная пелена облаков, характерная для этого времени года, не позволила пронаблюдать McNaught (C/2006 P1) в полной мере. Автор этих строк также не смог лицезреть нашу мевшую комету воочию, т.к. к

тому времени, когда небо над Южным Уралом расчистилось, комета успела уйти далеко в южное полушарие неба. Но любители со всего мира дали возможность увидеть комету во всех ракурсах другим, благодаря сети Интернет. Сотни фотографий кометы можно найти на многих ресурсах всемирной паутины. Наиболее яркие фото представлены на страничке <http://spaceweather.com/comets/mcnaught/>. 12 января в 19 часов по всемирному времени, находясь в созвездии Стрельца, комета прошла перигелий (минимальное расстояние от Солнца) - 25,4 миллиона километров или 0,17 астрономической единицы. Комета зашла внутрь орбиты Меркурия наполовину ближе его



Комета McNaught (C/2006 P1) 5 января. Фото: Александра Иванова (обработка в «Регистакс» и «Фотошоп»)

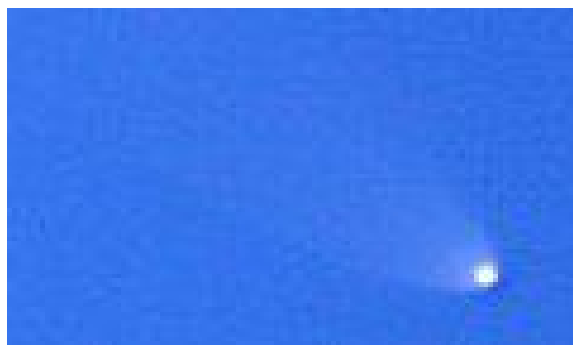
к центральному светилу. Эти дни буквально потрясли мир в астрономическом отношении. Комета стала ярче Венеры, которая видна сейчас на вечернем небе, и приобрела роскошный хвост. Блеск C/2006 P1 достиг значения $-5m$, и она стала видна даже днем! Дневную комету наблюдали многие зарубежные любители астрономии и любители стран СНГ. Одним из первых это удалось сделать Сергею Шурпакову – известному наблюдателю комет из Беларуси. А самые первые фотографии «хвостатой странницы» среди любителей астрономии России сделал Александр Иванов из Кубанского астрономического клуба 5 января 2007 года (блеск около $1m$).



Комета днем – редкое зрелище. 13 января. Фото: Philipp Salzgeber, Wolfurt, Austria, Europe

А вот как описывает наблюдения кометы японский любитель астрономии Сейичи Йошида

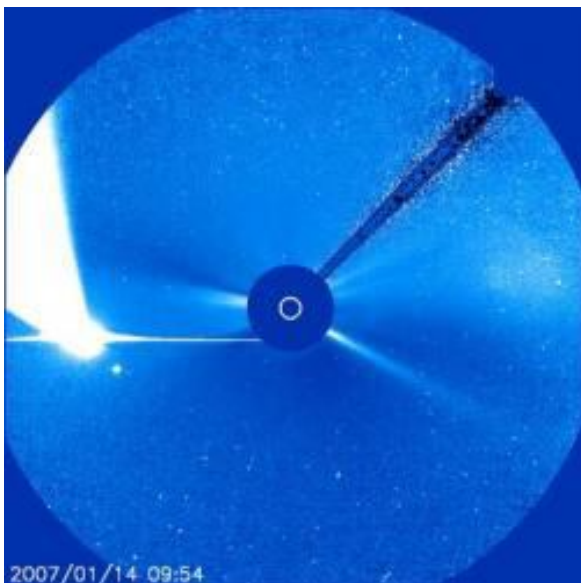
(Seiichi Yoshida): «Я сбежал с работы около 5 часов специально, чтобы увидеть комету МакНота. Отнаблюдав комету, я немедленно вернулся на своё рабочее место. Небо было прекрасным, без облаков, что является типичной зимней погодой для нашей местности. Не некоторая дымка всё же была, т.к. горы были видны нечётко. Согласно прогнозам погоды, это был мой последний шанс увидеть комету, и у меня получилось. Закат должен был произойти в 16ч44м по местному времени. Но тонкое облако было расположено как раз в месте заката, поэтому Солнце исчезло из вида несколько раньше. Я достиг места наблюдений в 16ч38м. В это время я уже видел Венеру невооружённым глазом. Но комету с биноклем 10x70 найти пока не получалось, хотя я видел достаточно самолётов и их следов. Вплоть до 17 часов я видел только Венеру. Однако, в 17ч02м я, наконец, смог обнаружить комету над самолётным следом! Постепенно становилось темнее, но всё ещё было довольно ярко; Солнце опустилось на горизонт только на 4 градуса.



13 января. Фото: [Peter Heinzen](#), Simplonpass, Switzerland

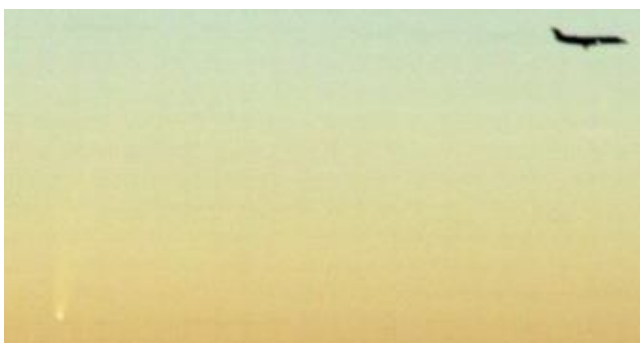
Но комета была легко видна: небольшая звёздopodobная голова и правильный хвост, направленный вверх и наклонённый вправо. Я оценил блеск кометы примерно в 17ч07м ($-2,2m$), когда она была видна лучше всего. В это время я смог различить Альтаир в свой 10x70 бинокль. Да, комета была ярче, чем расположенная выше её звезда первой величины. Становилось темнее, Вега и Альтаир были видны невооружённым глазом, а в бинокль можно было различить звёзды β и γ Aql. Но комета казалась столь же яркой, несмотря на то, что опустилась несколько ниже над горизонтом. Перед заходом комета стала казаться заметно слабее. Возможно, у самого горизонта имелись тонкие незаметные облачка. Но комета была довольно хорошо видна в бинокль до тех пор, пока не скрылась за отдалённым домом. Я наслаждался видом C/2006 P1 достаточно долго. То место, где я наблюдаю, не лучшим образом подходит для наблюдения вечерних комет, потому что в юго-восточном направлении находится Токио. Так что для меня комета не казалась такой большой, как для наблюдателей с лучшими условиями, и хвост казался мне относительно коротким. Но, так или иначе, я получил замечательное впечатление, увидев яркую

комету в сумерках на красочном небе. Это наблюдение очень сильно отличается от обычных наблюдений комет. В начале моего наблюдения комета имела высоту 4,7 градуса, а в конце – 1,4 градуса. Это самая яркая комета в моей жизни, она ярче, чем Хейла-Боппа или Хиакутаке». Комета преподнесла сюрприз не только наблюдателям на Земле, но и космическим телескопам.



Комета McNaught (C/2006 P1) от SOHO

За время своего существования космическая обсерватория Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) агентств NASA и ESA зафиксировала около Солнца более тысячи комет, но никогда не видела такой яркой кометы, как McNaught (C/2006 P1). С 12 по 15 января были сделаны великолепные снимки хвостатой гостьи. Широкий яркий хвост даже не поместился полностью в поле зрения обсерватории. Комета оказалась настолько яркой, что подействовала на CCD матрицу камеры «ослеплением» пикселей светом. За время прохождения кометы через поле зрения SOHO удалось создать [видеоролик](#) из всех полученных изображений. Скачав его по ссылке http://sohowww.nascom.nasa.gov/hotshots/2007_01_08/McNaught_small.mov, Вы сможете увидеть комету около Солнца в движении.



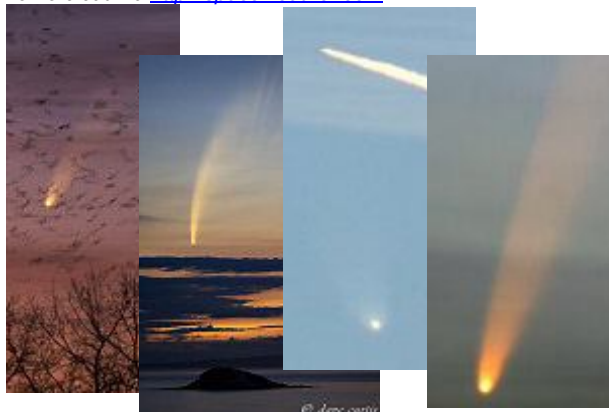
Самолет и комета. Фото: [Chuck Dethloff](#), Beaverton, Oregon



18 января. Фото: [Jamie Newman](#), Papakura, Auckland, New Zealand

Вторую половину января комета демонстрировала великолепное небесное шоу на небе южного полушария. Такого феерического зрелища жители южных стран не видели никогда! Комета с хвостом в виде веера длиной в несколько десятков градусов! Остается только завидовать жителям Австралии, Африки и Южной Америки и наслаждаться видом кометы МакНота на фотографиях. Тем более что комета побывала в окрестностях Земли и Солнца первый и последний раз, т.к. не является периодической. Но в апреле к Солнцу возвращается знаменитая комета Энке. Может быть, и она преподнесет такой же сюрприз? Будем ждать!

Фото с сайта <http://spaceweather.com>



Александр Козловский, редактор журнала «Небосвод»

Крепление телескопических зеркал

НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ТЕЛЕКОПОВ



Самодельный телескоп. Фото ред. с «Астрофест-2005»

Подавляющее большинство любителей астрономии используют при изготовлении своих телескопов-рефлекторов зеркала, разгруженные на 3, 6 или 9 точек. Это объясняется тем, что авторы практически всех изданных в нашей стране книг по телескопостроению описывают только эти, разработанные еще на рубеже веков способы разгрузки астрономических зеркал. Между тем,

в последние годы был предложен ряд более простых и, вместе с тем, надежных способов крепления зеркал в телескопах. К сожалению, они описаны в основном в специальной литературе, практически недоступной большинству любителей. Вместе с тем, возможности, открывающиеся в связи с применением новых систем крепления зеркал, позволяют добиться результатов, недостижимых при применении традиционных способов. Пожалуй, наиболее доступной книгой, в которой довольно полно описываются современные методы разгрузки зеркал, остается [1]. В статье Е.Т.Пирсона в качестве наиболее простой и удобной разгрузки для зеркал "любительских" диаметров предлагается так называемая "одноточечная" разгрузка.

Суть ее состоит в том, что зеркало крепится к оправе одной единственной точкой, расположенной в центре его задней поверхности. Практически это реализуется приклеиванием зеркала центральной частью к выступу оправы диаметром 15...20 мм каким-либо прочным клеем (эпоксидным, герметиком). Сравним такой способ, например, с наиболее распространенным способом разгрузки на 3 точки. Отметим, прежде всего, простоту выполнения крепления. И хотя оно ненамного проще трехточечного, отказ от опоры зеркала на внешнюю зону (а обычно все 3 точки размещаются именно там) позволяет, как это ни странно, при одном и том же диаметре разгрузить более тонкое зеркало без ухудшения качества изображения в телескопе. В упомянутой выше статье Пирсон рекомендует придерживаться относительной толщины зеркала 1:10, как наиболее приемлемой по соображениям технологии изготовления. Рассмотрим оба способа разгрузки с точки зрения теории изгиба тонких круглых пластинок. Закрепив зеркало на трех равноудаленных друг от друга опорах, расположенных вблизи края зеркала, мы увидим, что поверхность зеркала приобрела принципиально неустранимый при таком креплении астигматизм "треугольной" формы, возникающий из-за "провисания" зеркала между точками крепления [2]. Его величина зависит от габаритных размеров зеркала и характеристик материала, из которого оно изготовлено. На рис.1 изображен вид дифракционного изображения звезды, построенного таким зеркалом. Обычно его толщину выбирают так, чтобы прогибы поверхности между опорами не превышали $1/8$ длины волны света. В этом случае дифракционные изображения звезд, построенные объективом телескопа,

практически не отличаются от идеальных. Если же деформации превышают это значение, то либо выбирают для зеркала более толстую заготовку, либо дополнительно "подпирают" его в промежуточных точках, переходя тем самым к разгрузке на 6 или 9 точек.



Рис. 1

Такой подход оказывается единственно возможным в случае применения многоточечных креплений зеркал, так как возникающие при этом деформации не имеют осевой симметрии и приводят к "многоугольному" астигматизму, который не должен превышать допустимой величины. А как ведет себя в аналогичной ситуации "одноточечная" опора? Оказывается, деформации зеркала, закрепленного за центр, имеют явно выраженную осевую симметрию относительно его оптической оси. Максимальный прогиб имеет место на краю (см. рис.2), а в общем виде его величина определяется уравнением четвертой степени относительно радиуса зоны [3].

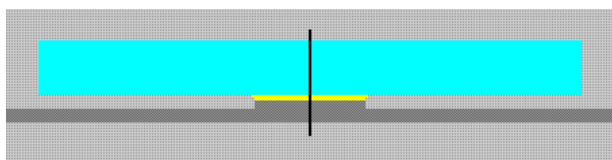


Рис. 2

Таким образом, в самом невыгодном (с точки зрения величины деформации) горизонтальном положении, зеркало приобретает слегка "развернутую" форму, остающуюся при этом осесимметричной. Его края провисают под собственным весом и радиус кривизны зеркала несколько увеличивается. Можно рассчитать отступления профиля поверхности такого деформированного зеркала относительно первоначальной формы и некоторой новой сферы, но слегка увеличенного радиуса кривизны. Чтобы оценить величину радиуса этой новой сферы, автором была составлена специальная программа, определяющая изменение радиуса с использованием метода наименьших квадратов. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

D	Толщина зеркала при разгрузке на:			Деформация зеркала			df
	1 точку	3 точки	6 точек	W max 1 точка	W new 1 точка	W max 3 точки	
мм	мм			длин волн			мм
100	10	9	-	0.042	0.001		-
150	15	18	-	0.096	0.003		-
200	20	29	10	0.171	0.007	0.125	0.04
300	30	65	22	0.384	0.016		0.08
400	40	116	39	0.683	0.030		0.15
500	50	180	61	1.068	0.047		0.24

Таблица 1.

Таблица составлена для зеркал, изготовленных из отечественного пирекса ЛК5. Толщина зеркал при разгрузке на 3 и 6 точек рассчитана по формулам, приведенным в [2] для максимальной остаточной аберрации в 1/4 длины волны. Расчеты выполнены для длины волны 0.546 мкм. Обозначения в таблице: **D** - диаметр зеркала. **W max** - максимальная деформация поверхности зеркала для одноточечной и трехточечной разгрузок соответственно (длин волн). **W new** - максимальное отклонение от "ближайшего" параболоида с фокусом (f+df) для разгрузки на 1 точку (длин волн). **df** - максимально необходимая перефокусировка телескопа с зеркалом относительного отверстия 1:5 при его переводе из горизонта в зенит.

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что максимальные прогибы на краях крупных зеркал при одноточечной разгрузке, вообще говоря, превышают предельное значение (1/8 длины волны). Это недопустимо, если зеркало в процессе эксплуатации должно строго сохранять свою первоначальную форму. В любительской практике этому требованию должны удовлетворять диагональные плоские зеркала телескопов систем Ньютона и Нэсмита. Однако, такие зеркала имеют весьма небольшие размеры (не более 100...130 мм) и при относительной толщине 1:10 (обычно используемое значение) их деформации при приклеивании за центральную часть оказываются намного меньшими допустимой величины (см. первые две строки в табл. 1). Так что одноточечная опора с успехом может применяться и для крепления диагональных зеркал умеренных размеров. Если примириться с неизбежностью незначительной перефокусировки телескопа при наведении его из горизонтальной плоскости в зенит, то получается, что для зеркал диаметром вплоть до 450...500 мм отклонения их деформированного профиля от идеального, но с несколько большим радиусом кривизны, не превосходят допустимой величины. В качестве примера в таблице приведены значения максимально необходимой перефокусировки для зеркал указанных диаметров, имеющих относительное отверстие 1:5. Требуемая перефокусировка получается небольшой, тем более, что всегда существует вероятность гораздо большего изменения положения фокуса

зеркала из-за колебаний температуры. Толщина зеркал при расчетах была принята равной 0.1 их диаметра. Это оправдано не столько величинами остаточных деформаций, сколько из технологических соображений. Действительно, как можно заключить из данных таблицы 1, толщина зеркал небольшого диаметра (менее 300 мм) может быть и гораздо меньше указанной величины. Однако, это приводит к значительным трудностям при их изготовлении. Таким образом, применяя одноточечную разгрузку, мы получаем возможность применения более тонких, а, следовательно, и более легких зеркал, нежели при трехточечной разгрузке. Внимательный анализ данных таблицы 1 показывает, что при диаметре зеркала более 400...450 мм деформация на краю зеркала становится уже существенной. И хотя такие зеркала нельзя в полной мере отнести к любительским, подобные телескопы все более входят в моду. Существует способ снизить прогибы зеркала на краю еще где-то на треть, хотя это и связано с дополнительными затратами на обдирку заготовки. Для этого с задней стороны зеркала удаляется, начиная с зоны 0.4...0.5 и до самого края, лишнее стекло так, что заготовка становится похожей на плоско-выпуклую линзу (см. рис.3).

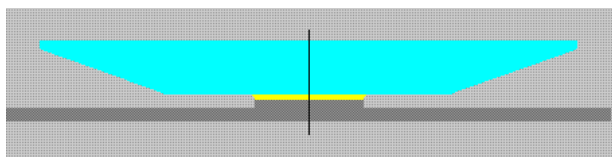


Рис. 3

С учетом уменьшения остаточной деформации из-за введения такой геометрии становится возможным разгрузить на одну точку и 550...600 мм зеркало, хотя точное определение предельного диаметра в этом случае затруднительно из-за необходимости учета реальных размеров и конфигурации задней стороны зеркала. Помимо уменьшения прогиба, такое зеркало получается гораздо более легким, а самое важное – из-за незначительной толщины его на краю оно становится практически нечувствительным к так называемому "эффекту края" (см. подробнее [2], стр. 26... 32). Это позволяет изготавливать такие зеркала даже из обычного стекла, не гоняясь за дефицитными и дорогими ситаллом и кварцевым стеклом. Особо следует остановиться на случае крепления главных зеркал с центральными отверстиями, применяемых в системах Кассегрена, Ричи - Кретьена, МаксUTOва и некоторых других. Такие зеркала особенно выгодно крепить на одноточечной опоре, превращающейся в этом случае в кольцевую. Как показывают расчеты, прогибы крайних точек этих зеркал при прочих равных параметрах оказываются существенно меньшими, чем приведенные в таблице 1.

К преимуществам рассмотренной выше разгрузки можно отнести и практически полную нечувствительность к разнице коэффициентов температурного расширения материалов зеркала и оправы, которая в этом случае может быть изготовлена из любого удобного материала. Пожалуй, единственный недостаток, присущий такой системе крепления зеркала, это возможность его отклеивания из-за сильного бокового удара или недостаточной механической прочности клея. Ниже мы постараемся рассмотреть некоторые способы борьбы с этим, довольно неприятным обстоятельством. Перейдем к описанию конкретных вариантов крепления зеркал. Для начала остановимся на сплошных зеркалах, лишенных центрального отверстия. Схема выполнения крепления на одну точку уже была представлена ранее на рис.2. Реальные зеркала могут быть закреплены различными способами, зависящими, прежде всего, от их габаритных размеров (а следовательно и массы). Довольно легкие, 100...200 мм зеркала могут быть просто приклеены своим центральным "пяточком" к соответствующему выступу оправы диаметром 15...20 мм. Здесь следует прежде всего обратить внимание на подготовку поверхностей склеиваемых деталей и на выбор типа клеящего вещества. В любом случае, центральную часть задней стороны зеркала желательно обработать грубым абразивом (№25...№6) еще на стадии обдирки заготовки зеркала для улучшения адгезии клея к поверхности стекла. Аналогичным образом желательно обработать и выступ оправы. Если есть возможность, следует обязательно сделать гальваническое или химическое (в зависимости от материала) оксидирование оправы. Как показывает практика, сцепление слоя клея с такими покрытиями оказывается значительно лучше. Особое внимание стоит обратить на выбор типа клея. Он должен иметь достаточно высокую прочность и, вместе с тем, быть довольно эластичным, чтобы не передавать вредных деформаций зеркалу при изменениях температуры или пережати оправы. Идеально подходят для этих целей промышленные тиоксоловые герметики типа УТ30М или УТ34, хотя их довольно трудно достать. Гораздо проще воспользоваться более доступными силиконовыми герметиками, встречающимися в автомагазинах под названиями "Гермесил" и "Герметик-прокладка". В крайнем случае, подойдет и обычный эпоксидный клей, но при этом из-за его низкой эластичности увеличится вероятность отклеивания зеркала от резкого толчка или удара. Мы бы не рекомендовали использовать этот клей для зеркал диаметром свыше 200 мм. При приклеивании зеркала необходимо четко следовать инструкции по использованию клея, которым Вы решили воспользоваться. Толщина слоя клея должна быть небольшой. Практика показывает [4], что оптимальное ее значение лежит в пределах 0.3...0.5 мм. При этом получающаяся склейка обладает еще

достаточной прочностью и, вместе с тем, остается довольно эластичной. Какой бы клей мы не применяли, всегда существует опасность отрыва зеркала от оправы. На этот случай можно предложить несколько вариантов предохранения от повреждений как самого зеркала, так и внутренних узлов трубы телескопа. Проще всего предусмотреть в конструкции оправы 3...4 специальных предохранительных упора, не дающих отклеившемуся зеркалу выпасть из оправы и "натворить бед". Они могут иметь вид изображенных на рис.4.

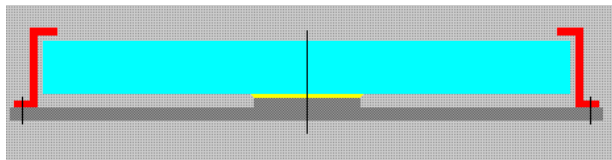


Рис. 4

Конструкция оправы должна обеспечить гарантированный зазор между этими упорами и зеркалом при любых колебаниях температуры окружающей среды. Зазор не должен быть слишком большим, обычно достаточно 0.5...1 мм. При таком положении упоры не оказывают никакого воздействия на зеркало и не влияют на качество изображения в телескопе. Другим способом, исключающим возможность отрыва зеркала от оправы (разве только при его разрушении), является использование специальной канавки на тыльной стороне зеркала и соответствующего ей выступа на оправе (см. рис.5).

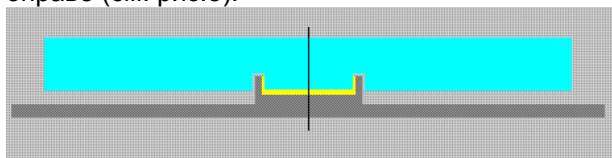


Рис. 5

Известно, что большинство клеев имеет высокую прочность "на отрыв" и гораздо меньшую "на сдвиг". Особенно страдают этим недостатком клеи с малой эластичностью. В нашем случае зеркало довольно сложно "оторвать" от оправы и вместе с тем оно может быть легко отсоединено с помощью сильного бокового удара по оправе. Такую операцию Вы элементарно можете провести со своим зеркалом, если оно приклеено на эпоксидной смоле. В описываемой конструкции зеркало имеет с задней стороны кольцевую канавку глубиной до 0.2...0.3 его толщины, в которую может заходить специальный кольцеобразный выступ на оправе. Слой клея при этом необходимо располагать только в зазоре между наружным выступом оправы и охватывающим его цилиндрическим участком зеркала (см. рис.5). В этом случае основная нагрузка в радиальном направлении воспринимаются уже не слоем клея, а выступом оправы. Закрепленное так зеркало будет уже не отклеить ударом по оправе.

С увеличением габаритов значительно возрастает масса зеркала, что требует некоторого усложнения метода закрепления. Поэтому при креплении зеркал диаметром свыше 200 мм придется прибегнуть к некоторым дополнительным "хитростям". С точки зрения теории изгиба круглых пластин [3], единственную опору зеркала необходимо размещать в его центре тяжести. В этом случае деформации его от собственного веса будут осесимметричны независимо от ориентации в пространстве. Пока толщина зеркала достаточно мала, то обстоятельство, что мы крепим его не в центре тяжести, а в центре его тыльной стороны, не очень существенно и не приводит к заметному астигматизму. Однако, уже начиная с 200...220 мм зеркал наблюдается неприятная тенденция к "складыванию" зеркала при наведении телескопа на объекты вблизи горизонта. Чтобы избежать этого эффекта, необходимо размещать опору в центре стеклянного диска на глубине примерно 0.5 его толщины, для чего придется выполнить в заготовке зеркала специальный "карман" цилиндрической формы с плоским дном, в который входит размещенная на оправе стойка. К ней в этом случае и приклеивается зеркало. Если такое решение неприемлемо по соображениям технологического характера (отсутствие необходимого инструмента, опасность расколоть зеркало и др.), то можно поступить немного проще. Выше (см. рис.5) было описано крепление зеркала с помощью кольцевой канавки. Углубив ее до 0.5...0.6 толщины зеркала, мы сможем "добраться" до плоскости, в которой находится центр тяжести зеркала. Приклеив зеркало кольцевой зоной к наружной стороне выступа оправы (см. рис. 6), мы можем в значительной мере устранить эффект "складывания" крупного зеркала.

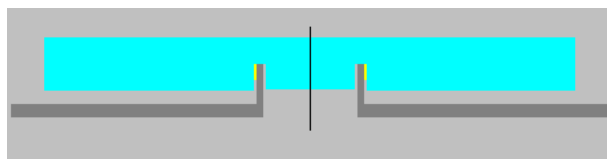


Рис. 6

Перейдем к рассмотрению крепления зеркал с центральным отверстием. При этом опора превращается в кольцевую, которая в силу своего небольшого диаметра эквивалентна одноточечной. Такое крепление в некоторых отношениях имеет преимущества перед креплением сплошных зеркал, но кое в чем ему и проигрывает. Преимущества проявляются в том, что нам становится доступным центр тяжести зеркала, в который мы можем поместить опорное кольцо без дополнительных проблем и ухищрений. Недостатком наличия отверстия в зеркале (которое обычно имеет диаметр около 1/3 его диаметра) является необходимость в выборе для оправы материала с близким

коэффициентом расширения, так как из-за увеличившихся габаритов узла крепления появляется риск деформации зеркала при изменениях температуры. При креплении зеркал за центральное отверстие целесообразно разделить между собой разгрузки в осевом и радиальном направлениях. Осевую нагрузку лучше всего распределить на 3 равноудаленные точки, расположенные вблизи края отверстия в зеркале. Для исключения возможного влияния друг на друга систем осевой и радиальной разгрузок необходимо обеспечить в этих точках минимально возможное трение. Для небольших зеркал достаточно использовать 3 тонких прокладки из фторопласта; для 250...350 мм зеркал, возможно, придется применить шайбы с шариками. Нагрузку в радиальном направлении воспринимает (см. рис.7) кольцевой слой герметика, заполняющий коническую фаску на внутренней части оправы зеркала.

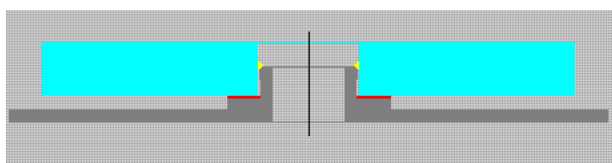


Рис. 7

Здесь необходимо применить именно герметик, в значительной степени компенсирующий возможные деформации зеркала из-за неточного совпадения коэффициентов расширения зеркала и оправы. При закреплении зеркал этим способом не следует допускать попадания герметика в зазор между центральным отверстием и цилиндрической частью оправы. Все описанные выше способы приклеивания многократно проверены автором для зеркал диаметром от 150 до 400 мм и показали хорошие результаты, что позволяет рекомендовать их для применения в практике любительского телескопостроения. В заключение, хотелось бы отметить, что за время, прошедшее с написания статьи (она была впервые опубликована в "Дайджесте Астроклуба" №3 за 1996 год), развитие вычислительной техники позволило выполнять намного более точные расчеты конфигурации разгрузок любительских зеркал даже в домашних условиях. Появление таких программ, как PLOP (<http://www.eecg.toronto.edu/~lewis/plop.html>) позволило приблизить профессиональные подходы к разгрузке зеркал к рядовому любителю. В частности, большинство приведенных в данной статье примеров могут быть теперь элементарно (и с большей точностью) просчитаны с помощью этой программы.

Автор будет благодарен за все критические замечания и предложения, связанные с изложенными в статье материалами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.Т.Пирсон. Разгрузка тонких зеркал. / В кн. Оптические и инфракрасные телескопы 90-х годов. - М.: "Мир", 1983, стр. 52...60.
2. Максutow Д. Д. Изготовление и исследование астрономической оптики. - 2-е изд., - М.: "Наука", Физматлит, 1984.
3. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: "Наука", 1966.
4. Каледин Б.Ф. Крепление оптических деталей эластичными материалами. - М.: "Машиностроение", 1990. - (Б-ка машиностроителя)



Телескопы – телескопы.... Фото ред. с «Астрофест-2005»

Игорь Розивика, astro@sbor.net

*инженер-оптик, любитель астрономии
из г.Сосновый Бор, Ленинградская обл.
Публикуется с разрешения автора.*

По тексту сайта «АиТ» <http://www.astronomer.ru/>

Телескоп Галилея

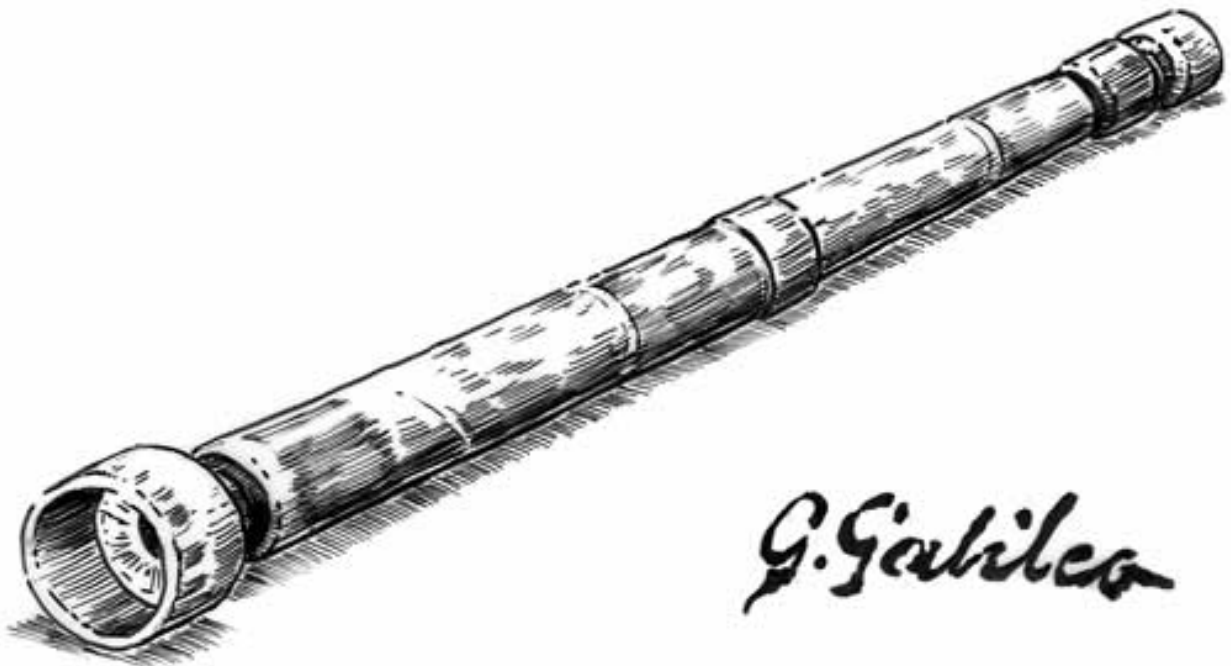


Рис.1. Телескоп Галилея – один из величайших научных инструментов всех времен. Сегодня каждый из нас может за вечер сделать такой же оптический инструмент и, взглянув на небо, ощутить себя Галилеем.

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

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

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

Оригинальные исследования по оптике провел в середине XVI в. итальянец Франческо Мавролик (1494–1575). Его соотечественник Джованни Батиста де ла Порта

(1535–1615) посвятил оптике два великолепных произведения: «Натуральная магия» и «О преломлении». В последнем он даже приводит оптическую схему телескопа и утверждает, что ему удавалось видеть на большом

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



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

Свои опыты Галилей начал с простой комбинации положительной линзы, в качестве объектива, и отрицательной линзы, в качестве окуляра, дающей трехкратное увеличение. Сейчас такая конструкция называется театральным биноклем. Это самый массовый оптический прибор после очков. Разумеется, в современных театральном биноклях в качестве объектива и окуляра применяются высококачественные просветленные линзы, иногда даже сложные, составленные из нескольких стекол. Они дают широкое поле зрения и отличное изображение. Галилей же использовал простые линзы как для объектива, так и для окуляра. Его телескопы страдали сильнейшими хроматической и сферической аберрациями, т.е. давали размытое на краях и не сфокусированное в различных цветах изображение.

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

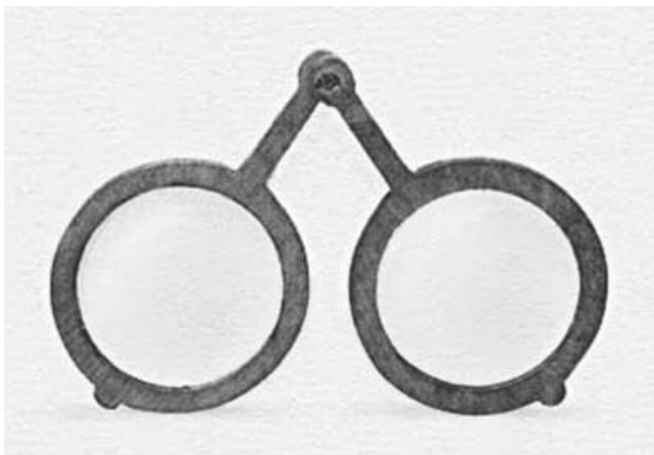


Рис. 3. Вскоре после простых очков появился складной лорнет, у которого линзы при складывании совмещались и оптическая сила удваивалась – очки становились сильным моноклом. В принципе, сложение двух линз – это идея телескопа; но до сложения двух РАЗНЫХ линз прошли века...

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

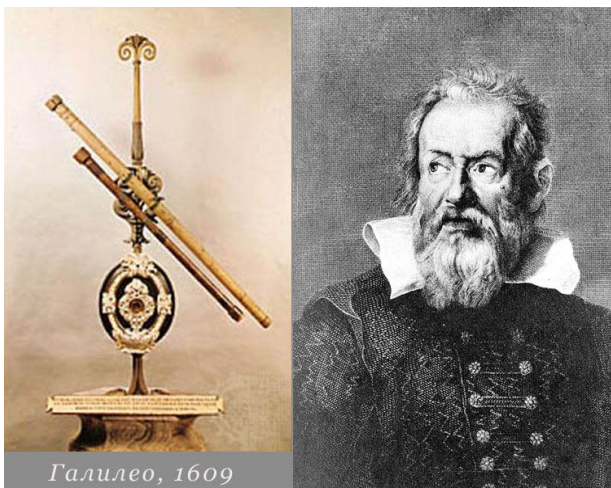


Рис.3. Галилей и его телескопы, хранящиеся в Музее истории науки (Флоренция).

Однако те любители астрономии, кто пытался собирать телескопы из очковых стекол, нередко удивляются малым возможностям своих конструкций, явно уступающих по «наблюдательным возможностям» кустарному телескопу Галилея. Нередко современные «Галилеи» не могут обнаружить даже спутники Юпитера, не говоря уже о фазах Венеры.

Во Флоренции, в Музее истории науки (рядом со знаменитой картинной галереей Уффици) хранятся два

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



Рис.4. Декоративная рамка с объективом телескопа Галилея.

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

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

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

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

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

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

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



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

Самым большим недостатком телескопа Галилея Рингвуд считает его малое поле зрения – всего 10', или третья часть лунного диска. Причем на краю поля зрения качество изображения очень низкое. При использовании простого критерия Рэлея, описывающего дифракционный предел разрешающей способности объектива, можно было бы ожидать качества изображения в 3,5–4,0". Однако хроматическая aberrация снизила его до 10–20". Проникающая сила телескопа, оцененная по простой формуле $(2 + 5 \lg D)$, ожидалась около +9,9m. Однако в действительность не удалось обнаружить звезд слабее +8m.

При наблюдении Луны телескоп показал себя неплохо. В него удалось разглядеть даже больше деталей, чем было

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

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

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

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

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

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

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

независимо от Кеплера создал в 1613 г. телескоп аналогичной конструкции. А как наблюдал Солнце Галилей? Ведь именно он открыл солнечные пятна. Долгое время существовало убеждение, что Галилей наблюдал дневное светило глазом в окуляр, пользуясь облаками как светофильтрами или подкарауливая Солнце в тумане низко над горизонтом. Считалось, что потеря Галилеем зрения в старости частично была спровоцирована именно его наблюдениями Солнца.

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

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

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

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

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

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

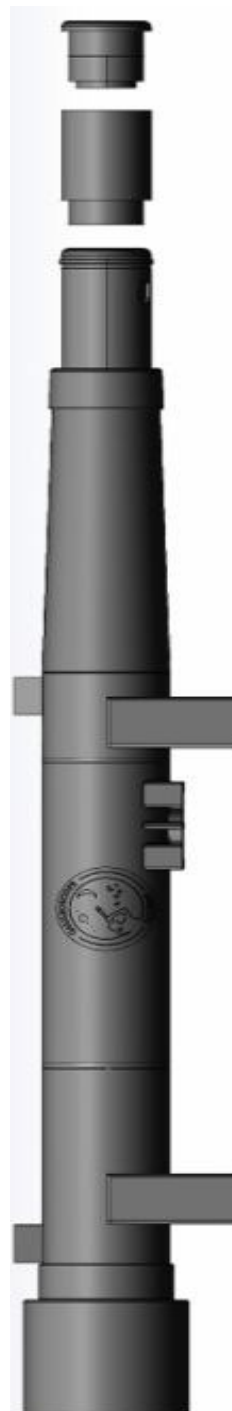


Рис.6. «Галилеоскоп» – самый массовый и дешевый астрономический инструмент.

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

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

Владимир Сурдин, Н.Л. Васильева
Веб версия <http://astronet.ru/db/msg/1237382>

Саросный генезис солнечных затмений

Каждое солнечное или лунное затмение неизбежно повторяется при совпадении двух величин: лунного синодического месяца (время между двумя новолуниями или полнолуниями), и лунного драконического месяца (период возвращения Луны к узлу). Таких периодов существует несколько, наиболее известен Сарос, из-за того, что в нём кроме этих двух величин совпадают ещё две: лунный аномалистический месяц (период возвращения Луны к перигею) и солнечный год. А значит затмение происходит примерно в то же время года, и форма кривой лунной тени или полутени на Земле изменится мало. Вот основные соотношения в Саросе:

Синодический месяц	29,5305882 (дни)	*223 = 6585,3212	д° = 0,00°
Драконический месяц	27,212220	*242 = 6585,3572	д° = -0,477°
Аномалистический месяц	27,554550	*239 = 6585,5374	д° = -2,827°
Тропический год	365,242199	*18 = 6574, 3596	д° = + 10,85°

Итак, через 223 синодических месяца (18 лет 10-11 дней) Луна придёт в соединение с Солнцем примерно на 7,7 часа позже; при этом её расстояние от узла уменьшится (или увеличится, если Луна слева от узла) на 0,477°; расстояние от перигея орбиты уменьшится на 2,824°. Из-за небольшого изменения двух последних величин момент наступления сизигии (новолуния или полнолуния) будет близок к среднему (а обычно сизигия может отклоняться от средней на величину до 14 часов). Поэтому затмение почти повторится: форма кривой лунной тени на Земле почти не изменится, правда сместится на $7,7 * 15° = 115,6°$ к западу.

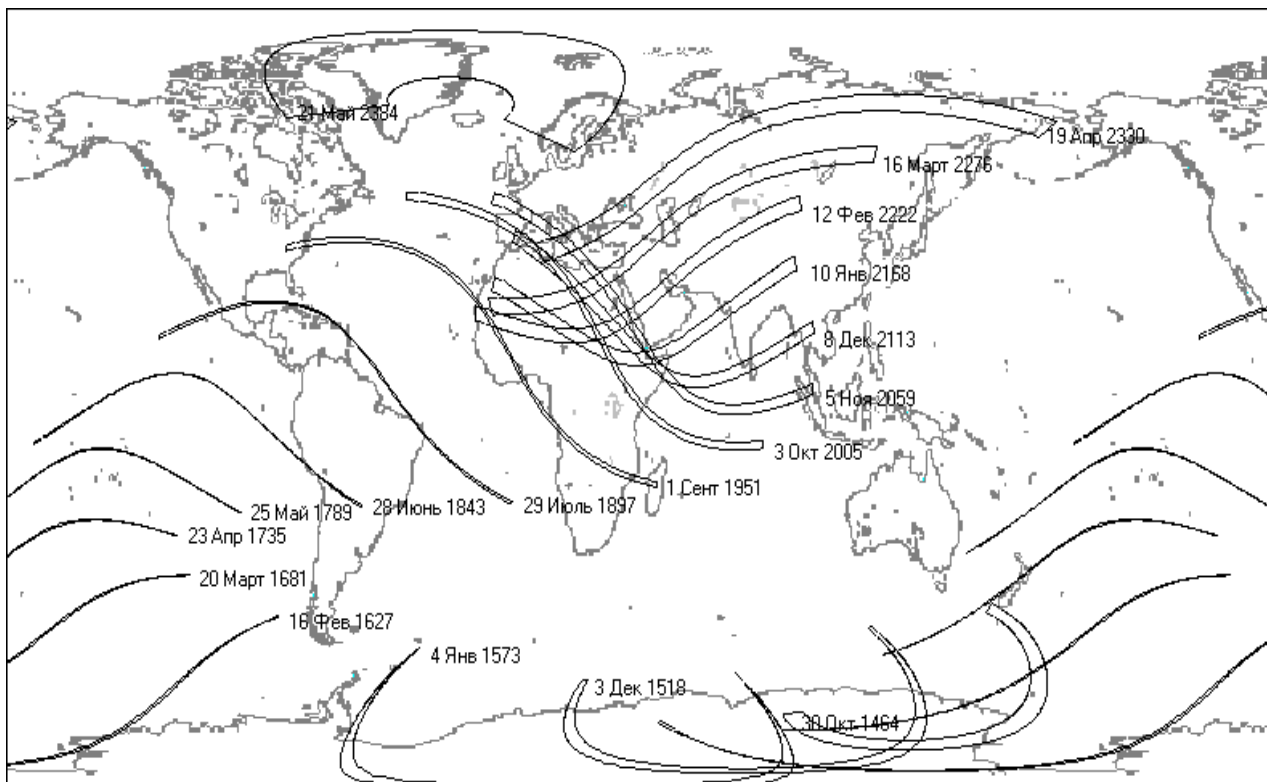
Через 3 Сароса (19 756 дней) избыток в 1/3 суток сложится до целого, и тень Луны пробежит снова по тем же районам Земли, правда из-за удаления от узла на 1,5° уже чуть южнее или севернее. Да и дата затмения сместится на месяц по временам года, из-за чего и сама форма кривой движения тени по Земле начнёт плавно меняться.

Всего "эффективная" зона, в которой могут происходить солнечные затмения, составляет до 36° около лунного узла, значит 1 Сарос может повторится $36/0,476 = 75$ раз, на деле эта цифра может меняться от 70 до 80. При этом даты затмений сместятся на 700 - 800 дней по датам года, то есть два раза пройдут по всем временам года! При этом затмения одного Сароса уже настолько будут отличаться друг от друга, что "узнать" их без специального исследования будет невозможно! Расстояние Луны от перигея изменится на $2,824° * 75 = 211°$ (!) то есть в любом Саросе обязательно будут и полные, и кольцевые затмения! В некотором смысле Сарос подобен человеку: изменения за год

на нём почти не заметны, узнать знакомого, которого не видел 20 лет - проблема.

В качестве примера посмотрим генезис затмения 3 октября 2005 года, частные фазы которого будут видны в европейской части России. Первое затмение этого Сароса произошло 23 июня 1248 года (во времена монгольского ига!) в виде частного затмения с фазой 0,03 в Тихом океане недалеко от берегов Антарктиды. Затмение 3 октября нынешнего года будет уже 43-им в этом Саросе (Сарос - промежуток времени в 6585,32 суток, по истечению которого затмения повторяются). Вот его полный список:

1	23	Июнь	1248	00:55	Частное (Ю)	0.03
2	4	Июль	1266	08:25	Частное (Ю)	0.16
3	14	Июль	1284	15:56	Частное (Ю)	0.29
4	25	Июль	1302	23:31	Частное (Ю)	0.42
5	5	Авг	1320	07:10	Частное (Ю)	0.54
6	16	Авг	1338	14:54	Частное (Ю)	0.65
7	26	Авг	1356	22:43	Частное (Ю)	0.75
8	7	Сент	1374	06:40	Частное (Ю)	0.83
9	17	Сент	1392	14:44	Частное (Ю)	0.91
10	28	Сен	1410	22:54	Частное (Ю)	0.97
11	9	Окт	1428	07:12	полное касательное! (Ю)	
12	20	Окт	1446	15:38	Полное (Ю)	
13	30	Окт	1464	23:09	Полное (Ю)	
14	11	Ноя	1482	07:46	Полное (Ю)	
15	21	Ноя	1500	16:27	Полное (Ю)	
16	3	Дек	1518	01:13	Полное (Ю)	
17	13	Дек	1536	09:58	Полное (Ю)	
18	24	Дек	1554	18:44	Полное (Ю)	
19	4	Янв	1573	03:28	Полное (Ю)	
20	25	Янв	1591	12:09	К-Полное (Ю)	
21	4	Фев	1609	20:44	К-Полное (Ю)	
22	16	Фев	1627	05:14	К-Полное (Ю)	
23	26	Фев	1645	13:36	К-Полное (Ю)	
24	9	Март	1663	21:50	К-Полное (Ю)	
25	20	Мар	1681	05:54	К-Полное (Ю)	
26	31	Мар	1699	14:50	К-Полное (Ю)	
27	11	Апр	1717	22:36	К-Полное (Ю)	
28	23	Апр	1735	06:13	К-Полное (Ю)	
29	3	Май	1753	13:41	К-Полное (Ю)	
30	14	Май	1771	21:02	К-Полное (Ю)	
31	25	Май	1789	04:14	К-Полное (Ю)	
32	6	Июнь	1807	11:21	К-Полное (Ю)	
33	16	Июн	1825	18:21	К-Полное (Ю)	
34	28	Июн	1843	01:19	К-Полное (Ю)	
35	8	Июль	1861	08:12	Кольцевое (Ц)	
36	19	Июл	1879	15:05	Кольцевое (Ц)	
37	29	Июл	1897	21:58	Кольцевое (Ц)	
38	11	Авг	1915	04:53	Кольцевое (Ц)	
39	21	Авг	1933	11:50	Кольцевое (Ц)	
40	1	Сент	1951	18:52	Кольцевое (Ц)	
41	12	Сен	1969	01:59	Кольцевое (Ц)	
42	23	Сен	1987	09:12	Кольцевое (Ц)	
43	3	Окт	2005	16:32	Кольцевое (С)	
44	14	Окт	2023	23:59	Кольцевое (С)	
45	25	Окт	2041	07:34	Кольцевое (С)	
46	5	Ноя	2059	14:15	Кольцевое (С)	
47	15	Ноя	2077	22:05	Кольцевое (С)	
48	27	Ноя	2095	05:59	Кольцевое (С)	
49	8	Дек	2113	13:59	Кольцевое (С)	
50	19	Дек	2131	22:02	Кольцевое (С)	
51	30	Дек	2149	06:06	Кольцевое (С)	
52	10	Янв	2168	14:12	Кольцевое (С)	
53	20	Янв	2186	22:16	Кольцевое (С)	
54	2	Фев	2204	06:17	Кольцевое (С)	
55	12	Фев	2222	14:14	Кольцевое (С)	
56	23	Фев	2240	22:04	Кольцевое (С)	



57	6 Март	2258	05:47	Кольцевое (С)
58	16 Мар	2276	13:22	Кольцевое (С)
59	27 Мар	2294	21:49	Кольцевое (С)
60	8 Апр	2312	05:06	Кольцевое (С)
61	19 Апр	2330	12:14	Кольцевое (С)
62	29 Апр	2348	19:13	Кольцевое (С)
63	11 Май	2366	02:04	Кольцевое (С)
64	21 Май	2384	08:47	Кольцевое (С)
65	1 Июнь	2402	15:24	Частное (С) 0.88
66	11 Июнь	2420	21:56	Частное (С) 0.75
67	23 Июнь	2438	04:24	Частное (С) 0.61
68	3 Июль	2456	10:50	Частное (С) 0.46
69	14 Июль	2474	17:16	Частное (С) 0.32
70	24 Июль	2492	23:42	Частное (С) 0.17
71	6 Авг	2510	06:11	Частное (С) 0.03

Как видно, серия центральных затмений началась полным касательным затмением 9 октября 1428 года, с 25 января 1591 г. затмения стали полно-кольцевыми, а с 8 июля 1861 - кольцевыми. Закончится этот Сарос только в 2510 году, частным затмением с ничтожно малой фазой, видимой в Гренландии и северо-востоке Канады. На приводимой карте показаны полосы центральной линии затмений этого Сароса через 3 периода.

Конечно, 18-летний период повторяемости вряд ли имеет практическое значение - слишком большой это период в жизни человека. И всё же мне, например, удалось увидеть одно и то же затмение дважды: 11 августа 1999 года я наблюдал повторение наблюдаемого затмения 31 июля 1981 года, а 31 июля 2000 года - повторение того же затмения в цикле Метона. Удивительным образом удалось увидеть повторение в цикле Метона (19 лет) лунного затмения 4-5 мая 1985 года и 4-5 мая 2004 года, оба оставившие неизгладимые впечатления, в основном, из-за идеально ясной погоды.

В заключении добавлю, что подобное исследование любого затмения в саросе можно провести с помощью моей программы АК 4.06

Упомянутый цикл Метона содержит 235 синодических месяцев - 6939.6883 дня, это 19 лет с точностью до 1 дня. Но за каждый цикл Луна удаляется от узла на 7.569° , и таким образом,

существовать этот цикл может не более 4-5 раз. Расстояние от перигея Луны изменяется на 53° , так что в какое время произойдёт затмение следующего цикла, просто так не предскажешь. Совпадение по времени затмений 4 мая 1985 и 2004 годов - дело случайное. Так что пользоваться циклом Метона в древности практически было сложно.

Ещё один цикл повторяемости затмений - инекс, 10571.95 дней (29 лет без 20 дней). Затмения происходят попеременно то у восходящего узла, то у нисходящего. За двойной инекс Луна отдаляется от узла на 0.08° , так что инекс значительно более "долгоживущий" цикл, чем Сарос. Но закономерности в повторяемости затмений по времени нет: можно только указать дату с погрешностью в 14 часов.

Таким образом, кроме Сароса, других циклов, в которых бы все другие значения так удачно совпадали, нет. Время от времени, из-за отступления лунного узла, один из Саросов заканчивается; но ещё до его "кончины" начинается другой, следующий за данным в очередное новолуние или полнолуние. Иногда происходят 2 солнечных затмения в течении месяца, всегда частные с небольшой фазой: первое из них - всегда умирающий Сарос, следующее - только "народившийся". Для лунных затмений то же самое, но речь будет идти только о полутеневых затмениях с небольшой фазой, не заметной глазу. В виде примера можно привести пару солнечных затмений 13 июля и 11 августа 2018 года: первое из них - заканчивающийся Сарос, "жить" которому осталось только 2 цикла; второе - молодой Сарос, всего 6-ое затмение в цикле, начавшемся 18 июня 1928 года.

Александр Кузнецов, г. Нижний Тагил
kuznezowaw@yandex.ru

Специально для журнала «Небосвод»

Угломерные инструменты – своими руками

Уважаемые любители астрономии!

Я хотел бы вам поведать об одном моем друге из Челябинской области, города Южноуральск. Юном астрономе-любителе, энтузиасте своего дела, преданного любимой астрономии. Первые свои шаги в астрономии Илья сделал в 1995-1996 годах. Илья не выбирал себе какого-то определенного направления, он влюбился в астрономию, в Солнце, планеты, галактики, туманности, кометы, во все объекты космоса и изучал их с той же подробностью, с какой узкий специалист способен изучать только свой раздел. Каждую ясную ночь его небольшой телескоп устремлял свой объектив к звездам. Знакомство наше произошло в переписке. Я нашел его адрес и написал. Вместе с ним мы делали свои первые шаги в мир астрономии, делали все возможное для популяризации астрономии, для развития любительской астрономии. Илья был администратором общества «Уранус», общества, созданного по его инициативе с целью объединения астрономов-любителей для обмена информацией, результатами и опытом. Несмотря на свой юный возраст, он взял на себя ношу, непосильную многим матерым астрономам-любителям. Сколько астрономов-любителей благодаря его усилиям нашли своих коллег на просторах нашей страны, сколько плодотворных групп наблюдателей сформировалось благодаря его усилиям. Вместе мы строили планы о развитии «Урануса», осилили выпуск первого номера журнала нашего общества, и вместе мечтали, как все члены «Урануса» соберутся вместе... Но судьба распорядилась иначе. Девятого декабря 2004 года, не дожив чуть меньше месяца до своего шестнадцатилетия, Жисюк Илья Александрович скончался от пневмонии. Вот уже как два года его нет с нами. Тяжелый недуг унес его жизнь. Жизнь, которую он всю до последней капли посвятил звездам. Когда-то, отвечая на анкету общества «Уранус», на вопрос «Чего Вы бы хотели добиться в Ваших занятиях» Илья ответил «Продолжать их до окончания жизни»... Это ему удалось. До последнего своего часа он остался АСТРОНОМОМ. Пусть память об этом замечательном человеке будет жить в наших сердцах. А душе его пожелаем найти покой среди звезд, к которым он столь часто обращал свой взор.

Булдаков С.В.

От редакции.

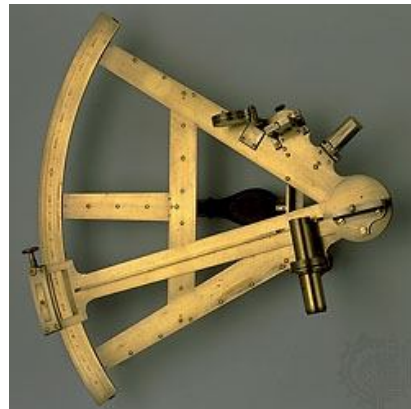
Илья до конца своих дней был верен любимой науке и делал все возможное для ее развития. Не смотря на свой юный возраст, он многое успел сделать, и без сомнения мог бы стать настоящим профессиональным астрономом. Но для любителей астрономии он и был Астрономом с большой буквы, все свободное время уделяя изучению и популяризации астрономии. За несколько месяцев до ухода из жизни он написал статью об угломерных инструментах. Подзаголовок этой статьи звучал, как «эхо прошлого». Его жизнь ушла в прошлое, но память о нем будет всегда храниться в сердцах любителей астрономии.

ЭХО ПРОШЛОГО

Угломерные инструменты – своими руками

Интересно, что почти у всех начинающих любителей астрономии бессознательно сложилось

мнение, что первый прибор по астрономии, который они должны занять – это хотя бы небольшой телескоп, или нечто подобное, бинокль или монокуляр. Но астрономы знали и менее "примитивных" помощников в своем труде, чем бинокли и телескопы, и эти помощники и ныне могут сыграть свою полезную роль любительским наблюдениям, пусть и своеобразную и небольшую (да и сейчас и профессионалы-астрономы все еще пользуются механизмами этих приборов, оснащают их телескопами для точности, и используют все для того же – определения углов на небесной сфере). До 1610 года, до знаменательного года изобретения телескопа всем достоянием Галилео Галилеем (или кем-то еще ранее, но все равно он был первым, использовавшим телескоп для серьезных астрономических наблюдений), астрономы пользовались всякими расчерченными на градусы в прямом смысле деревянными палочками и перекладинами, квадратиками и кружочками больших и малых размеров. Это были всякие там астрономические посохи, высотомеры, секстанты, квадранты и трикветры. Ими пользовались древнегреческие астрономы (а они почти все эти инструменты впервые и создали), и Аристарх, и Гиппарх, и Птолемей, и в средние века арабские астрономы довели их до совершенства. Использовались эти приборы для решения задач самого раннего зародившегося раздела астрономии – астрометрии, занимающейся вопросами над небесными светилами "Где, когда, и что" – для расчета положений светил на небесной сфере, расстояний между звездами, определению по небу времени, и поэтому они и называются угломерными инструментами.



Как и все приборы, они требовали большей точности, и их и делали для этого как можно большими, а у арабских астрономов они стали настоящими громадинами, так квадранты достигали радиуса 60 м, а Николай Коперник, с помощью таких приборов определяющий координаты планет и рассчитывающий по ним уже свою гелиоцентрическую систему, пользовался приборами, намного превышающими его рост.

Но не обязательно было всегда делать такие громадины, для многих задач подходили и маленькие приборы. И, конечно же, такие приборы (пусть и станут они у вас самыми первыми – или новыми помощниками, если уже у вас есть бинокль или телескоп, делать их намного проще самого простого телескопа), по силу сделать их любому любителю астрономии, человеку. Основные материалы для этого найдутся у всех: дерево, пила, и транспортир... И благо, с ними можно и делать много полезного, они хорошие помощники в тех же визуальных наблюдениях метеоров, они помогают точнее, лучше и удобнее определить координаты метеора, положения серебристых облаков (которые также наблюдаются в основном визуально), совсем новичкам в наблюдениях звездного неба помогут легче понять смысл эфемерид и найти самим на небе планеты, понять структуру и определения начальных теорий небесной сферы. К тому же и просто приятно обнаружить себя в душе каким-то древним астрономом, ощутить на себе эхо далекого прошлого, посмотреть на небо глазами древнего грека, араба с жарких пустынь, Улугбека, Коперника или Тихо Браге!

А ниже – пусть и некоторые угломерные инструменты, и как их делать, что я насобирал из всякой астролитературы, которой уже и не помню. Многие соорудил сам, видя лишь где-то картинку какого-то исторического угломерного инструмента.

Астролябия

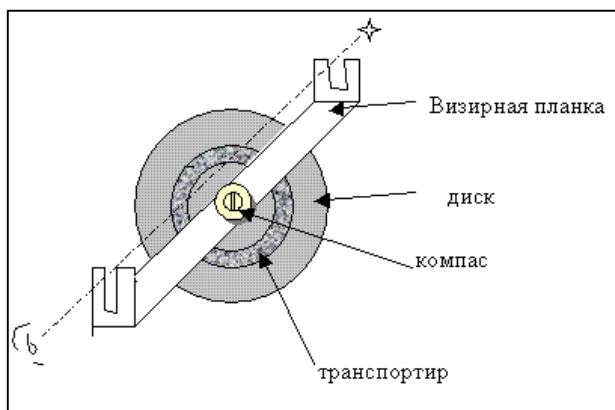
Естественно же более упрощенная, чем древний предок, решает намного меньше задач. Так, в трактате арабского астронома X в. ас-Суфи перечислялось 1000 способов использования астролябии!

Эта астролябия же поможет измерять горизонтальные углы азимутов светил.

Для ее изготовления необходимо:

1) Диск из многослойной фанеры, текстолита или оргстекла. Диаметр диска такой, чтобы на нем разместилась круговая шкала (либ) из транспорта и за ней оставалось бы свободное поле 2-3 см.

2) Транспорт, лучше из тех, что есть, побольше.



3) Визирная планка. Изготавливается из плоскости латуни или дюралюминия шириной 2-3 см, и длиной, превышающей поперечник диска на 5-6 см. Выступающие за край диска концы полоски

изогните под прямым углом вверх и пропилите в них продолговатые или круговые отверстия. На горизонтальной планке симметрично центру проделайте две большие широкие прорези, чтобы через них была виден градуируемый лимб транспорта. Сердину визирной планки прикрепите к центру диска, с помощью болта, шайб и гаек, чтоб она вращалась в горизонтальной плоскости.

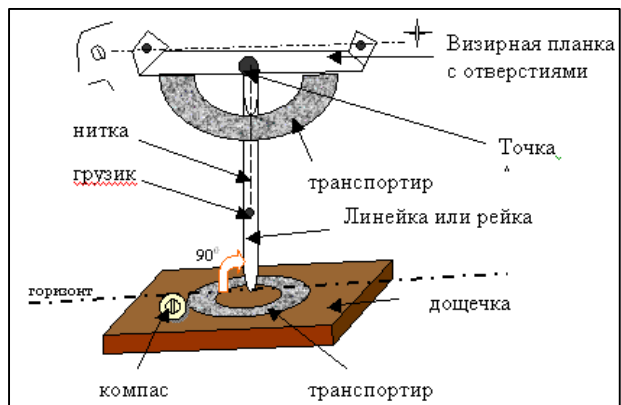
4) На визирную планку к центру прикрепите и компас.

При наблюдениях направляйте визирную планку на светило так, чтобы оно было видно сквозь боковые прорезы планки. Отношение градусной меры транспорта к планке (видную через поперечную прорез планки, через ту, что "ближе" к светилу) к стрелке севера компаса и будет азимутом светила.

Как найти самому азимут, высоту и зенитное расстояние

Да вообще, не трудно догадаться, что измерять самому высоту и азимут светила можно и при помощи транспорта. Но как его положить, чтобы он "видел" круги небесной сферы? Один из простейших инструментов для этого – высотомер, с которым мы и познакомимся сейчас.

Высотомер состоит из как можно большего (ну, и не метрового – трудно будет делать!) транспорта, содержащего 180 градусов. Из центра окружности А транспорта и перпендикулярно его радиусу (разделяющего наш транспорт на две равные части) устанавливается линейка (или рейка) такой длины, чтобы она в 3-4 раза превосходила радиус транспорта. А в центр транспорта привинчивают шарнир, а к нему веревку с грузом так, чтобы веревка была тонка, а груз ее не порвал. Если веревка в точке скрепления проходит вдоль линейки, то, значит, она прикреплена верно. К транспорту выше линии 0-180° его шкалы и параллельно ей устанавливают еще визиры из трехизогнутой (как у астролябии) планки, средняя сторона которой равна диаметру транспорта, другие (боковые) равны друг другу, и в точке пересечения диагоналей этих квадратов или прямоугольников проделайте дырки-окружности диаметром 3-5 мм.

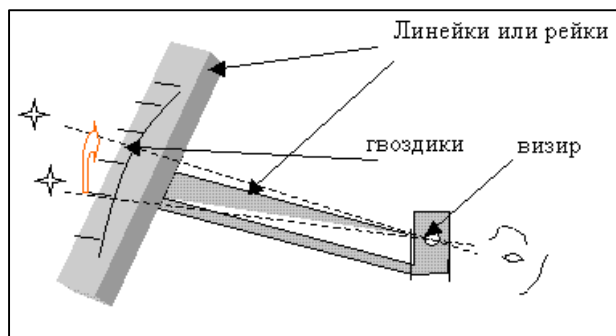


Противоположный конец линейки перпендикулярно к центру прикрепите к не очень толстой дощечке так, чтобы она без колебаний держала линейку к своему креплению, и чтоб линейка вращалась вокруг

своего центра, а этот центр вставляется в центр окружности еще одного транспортира, на этот раз на полную окружность (360°). Внизу к линейке прикрепите какую-нибудь стрелку, чтобы та исходила из этого центра транспортира и "доставала" до его внешнего края. Так же к дощечке желательнее прикрепить компас, для указания юга, от которого отсчитываются астрономические азимуты. Прибор перед началом наблюдений устанавливают так, чтобы дощечка находилась неподвижно и по горизонтали, а нижний транспортир на 0° шкалы по компасу направлен на юг, часть от 0° до 180° направлена к востоку, другая к западу. При измерении азимута и высоты светила (измеряются одновременно!) мы направляем на него визиры так, чтобы сквозь них оно было видно, и, конечно, центр вращения А (для отсчитывания высоты) направляется сверху вниз, а в месте крепления к доске вправо-влево. Таким образом, получив изображение искомого светила в визире, мы увидим, что верхний транспортир наклонен под определенным углом, отмеченным на шкале веревкой, это и есть высота h светила, а стрелка к нижнему транспортиру покажет значение азимута. Зенитное расстояние z же можно легко узнать по формуле $z+h = 90^\circ$ или $z = 90^\circ - h$.

Углы между светилами

Т.н. астрономические грабли – простейший вариант угломерного прибора, состоит из двух деревянных линейек (например, по 60 см длиной), скрепленных в форме буквы Т. На конце линейки, противоположно перекладине, укрепляется визир. На перекладине по дуге окружности 57,3 см (построить можно с помощью шнура) с интервалом в 1 см (либо в 0,5 см) вбиваются гвоздики. Центром окружности является визир. При интервале разбития гвоздиков в 1 см соответствует угол в 1 градус на небесной сфере, при 0,5 см угол в полградуса.

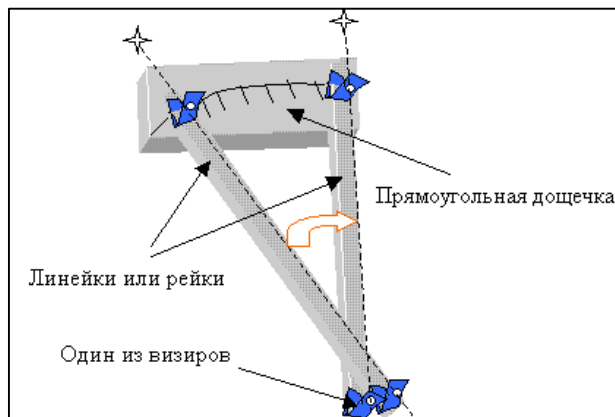


С помощью этого нехитрого инструмента можно проводить регулярные (скажем, каждый вечер в одно и то же время) измерения угловых расстояний планет и Луны относительно некоторых "опорных" звезд и тем самым устанавливать особенности движения упомянутых светил на небесной сфере. Другой прибор так и называется угломерным инструментом. Состоит он из прямоугольного куска дерева 35x20 см. С одной из его сторон неподвижно прикреплена рейка (или линейка) длиной 60 см. В противоположном конце рейки прикрепляется другая такая же так, чтоб она вращалась вокруг центра крепления. По обоим концам реек

параллельно прикрепляются визиры. На доске, аналогично астрономическим граблям, очерчена дуга радиусом 57,3 см, на ней нанесена шкала градусов.

При наблюдениях обычно визиры одной рейки направляют на звезду, неподвижной – на планету. Полученное на шкале расстояние концов реек и есть их угловое расстояние.

С помощью этих приборов можно находить и горизонтальные координаты светила. Так, найдя юг (отметив его по компасу), мы от него отмерим расстояние до светила, и по градуируемой шкале



получим его азимут. Отложив от светила прямое и точное направление на горизонт, получим его высоту, а от зенита – его зенитное расстояние. Подумайте, как тогда надо расположить приборы относительно горизонта и вертикали.

Заключение

Наконец, теперь замечу, если кто захочет или кому понадобится найденные с инструментами горизонтальные координаты перевести в "общие" для всех экваториальные, то сделать это можно просто по формулам:

$$\begin{aligned} \sin \delta &= \sin \varphi \cos z - \cos \varphi \sin z \cos A \\ \cos \delta \sin t &= \sin z \sin A \\ \cos \delta \cos t &= \cos \varphi \cos z + \sin \varphi \sin z \cos A \end{aligned}$$

где δ - склонение, t – часовой угол светила (с помощью его можно легко найти прямое восхождение α по формуле $\alpha = s - t$, где s – звездное время момента наблюдений), z – зенитное расстояние, h – высота светила, A – его азимут, φ - широта места наблюдения. Не забудьте и о значении рефракции, влияющей на координаты светила (хотя, в основном, если координаты светила измерять, когда оно близ зенита, эта малая величина).

И, наверное, описанных нами уже угломерных инструментов, пока достаточно, чтобы понять основной механизм их постройки, и делать все остальное полностью самому – лишь увидев какой-то угломерный инструмент на рисунке!

Жисюк Илья Александрович

Челябинская область, г. Южноуральск
Специально для журнала «Небосвод»

АСТРОНОМЫ ШУТЯТ

АСТРОНОМЫ - КТО МЫ?

(астрономический юмор)

Астрономы профессионалы и любители астрономии любят шутить. Астрономический юмор вносит в жизнь любителя астрономии особое чувство близости ко Вселенной, как чего-то близкого, неотъемлемого, пробуждающего интерес к дальнейшим занятиям и наблюдениям. Астрономический юмор замечателен тем, что одинаково понятен и профессионалу и любителю, в отличие от, скажем, монографий со множеством формул. Астроюмор позволяет астрономам профи вернуться в прошлое, в начало своих занятий астрономией, а начинающему любителю позволяет почувствовать себя на равных со специалистами, ведь юмор говорит языком смеха, одинаково понятным всем людям. Но самое главное, астроюмор приходит на ум тогда, когда за плечами уже определенный груз знаний. И юмор никогда не бывает лишним. Шутят любители, шутят ученые. Журнал «Небосвод» предлагает вам, уважаемые любители астрономии, подборку юморесок из журнала «Земля и Вселенная» разных лет. Пусть ваши занятия астрономией будут интересными, занимательными, разнообразными и плодотворными!

Осторожно: вирус А

(юмореска)



Давно прошли времена, когда увлечение астрономией считали вполне безобидным отклонением от нормы. Теперь оно приобрело такие масштабы, что медикам пришлось всерьез заняться этой проблемой. Был выделен возбудитель заболевания — так называемый вирус А. По-видимому, это вирус внеземного происхождения, попадающий в атмосферу преимущественно ночью. Вот несколько советов о том, как уберечься от вируса и к каким тяжелым последствиям он иногда приводит.

Установлено, что 92% случаев заражения вирусом А происходит в возрасте от 11 до 14 лет. Вероятно, именно в этот период организм уже полностью лишается иммунитета, унаследованного от родителей, но еще не успевает обзавестись собственным. В таком возрасте ночное созерцание звезд особенно опасно, и если уж все-таки необходимо ознакомиться со звездным небом, то специалисты настоятельно рекомендуют делать это под куполом планетария, надежно защищающим от зараженного ночного воздуха.

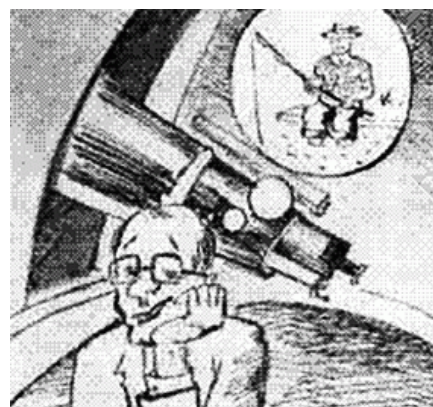
Первый признак начавшегося заболевания — неодолимая тяга к научно-популярной литературе по астрономии. Жертва вируса А быстро «проглатывает» все книги, до которых она может добраться дома, у знакомых и в местной

библиотеке, а потом стремится извлечь все возможное из газет и журналов. Вскоре наступает вторая фаза болезни, характеризующаяся переходом к практической деятельности. Иногда дело ограничивается изучением созвездий и разглядыванием Луны в бинокль, одолженный у соседей, но чаще больной (ая) пытается собственными руками изготовить орудие наблюдений. Хорошо еще, если это будет всего лишь картонная труба с очковыми стеклами, в противном случае строительство самодельного телескопа сопряжено с поисками куска толстого стекла и шлифовальных порошков, с грязью и хламом в квартире, с бессонницей и прочими неудобствами. Именно в этом состоянии больные охотнее всего объединяются в астрономические кружки...

Если жертва вируса А не чувствует в своем поведении ничего аномального, то для ее родителей все происходящее является настоящим кошмаром. Конечно, если рассудить здраво, то строительство телескопа сулит им всего лишь бытовые неприятности, а вынужденная бессонница все равно неизбежна, когда ребенок начнет уходить из дома не на наблюдения, а на свидания. Но крушение надежды приобщить наследника (цу) к какой-нибудь достаточно перспективной или хотя бы просто приличной профессии пережить, безусловно, так же трудно, как сообщение любимого чада об уходе в монастырь.

Хуже всего поступают те родители, которые активно противодействуют увлечению астрономией и тем самым еще более укрепляют его. В большинстве случаев родительские тревоги оказываются напрасными: подобно кори или свинке, болезнь проходит сама. Лишь нездоровый интерес некоторых лиц к летающим тарелкам напоминает, что когда-то в юности они переболели вирусом А.

К сожалению, однако, не всегда исход бывает благополучным, недуг может затянуться и принять хроническую форму. Ну что может быть смешнее взрослого, солидного человека, который застыл посреди двора в самой немыслимой позе, припав к самодельной трубе? Конечно, сам он в этот момент полностью поглощен созерцанием Вселенной, но каково его супруге постоянно сносить шуточки соседок? Может ли такой человек рассчитывать на серьезное повышение в должности, если о его тайной страсти станет известно сослуживцам? Нет, вирус А, как видите, далеко не безопасен и, увы, почти не поддается лечению. Наиболее тяжелые хронические больные состоят на учете в Вирусологической Амбулатории Головного Отдела (ВАГО).



Оптимальным способом борьбы с вирусом А могли бы стать поголовные прививки, но вакцина против него пока не открыта. Единственный метод терапии, который показал на практике положительные результаты, заключается в поступлении на астрономическое отделение какого-нибудь университета. Почти сразу же после начала регулярных занятий астрономией симптомы болезни ослабевают, а к пятому курсу даже у наиболее рьяных телескопостроителей исчезают последние признаки интереса к звездам. Нет

ничего плохого в том, что в дипломах у выпускников значится профессия «астроном», это не мешает им плодотворно трудиться в самых разных отраслях науки и народного хозяйства.

Даже тех, кого случайно распределяют на работу в астрономические учреждения, ни в коей мере не следует считать большими, эти люди уже никогда не повторят ошибок молодости, и удаленные галактики никогда не заслонят от них тысячи важных и неотложных дел, которыми приходится заниматься дома и на работе. Не нужно также путать их изнурительный труд у телескопа со счастливым созерцанием красот неба, — разница здесь не меньше, чем между ловлей рыбы на удочку и работой на рыбоконсервном судне.

Итак, необходимо срочно прийти на помощь жертвам коварного вируса и предоставить им возможность овладеть столь необходимой стране профессией астронома, то есть специалиста широкого профиля. Для этого следует существенно увеличить число вузов с астрономической специализацией. В качестве профилактики мы настоятельно рекомендуем включить усиленный курс астрономии (желательно с экзаменом) в программу пятого класса школы. Как хорошо известно, после школьного курса литературы человек в течение нескольких лет не может без отвращения брать в руки произведения классиков, и этот положительный опыт обязательно нужно взять на вооружение в борьбе с вирусом А. Не последнюю роль должны здесь сыграть также принудительные лекции по линии общества «Знание», обязательные культпоходы в планетарий и т. п. Только так, сообща, мы избавимся от этого недуга.

Кандидат медицинских наук О. КУЛЯРЧИК

Наблюдение кометы Галлея в армии США

(во время прохождения перигелия в 1986 году)

Вот как представляют юмористы из журнала «Меркурий» («Mercury», 3, 1974) наблюдения кометы Галлея в армии США.

Полковник дал подполковнику директиву:

«Завтра вечером около 20 часов будет видна комета Галлея — событие, которое происходит лишь раз в 75 лет. Постройте людей на плацу, и я объясню им этот редкий феномен. Если будет дождь, мы не сможем ничего увидеть; в этом случае соберите людей в клубе, и я покажу им фильм о комете».

Подполковник сказал командиру роты:

«По приказу полковника завтра в 20.00 комета Галлея появится над нашим плацем. Если будет дождь, постройте людей на плацу, а потом отведите их в клуб, где произойдет этот редкий феномен, случающийся лишь раз в 75 лет».

Командир роты — лейтенанту:

«По приказу полковника завтра вечером в 20.00 феноменальная комета Галлея появится в клубе. Если будет дождь, полковник отдаст другой приказ. Это случается с ним раз в 75 лет».

Лейтенант — сержанту:

«Завтра в 20.00 полковник появится в клубе вместе с кометой Галлея. Этот феномен происходит каждые 75 лет. Если будет дождь, полковник отдаст другой приказ. Это случается с ним раз в 75 лет».

Сержант — новобранцу:

«Завтра в 20.00 будет дождь и феноменальный 75-летний генерал Галлей вместе с полковником проведут свою комету по плацу».

Перевод с английского Ю. Н. Ефремова

АСТРОНОМЫ - КТО МЫ?

Астрономы — это те, кто думают, будто исследуют Вселенную, тогда как большинство людей уверено, что люди этой профессии предсказывают погоду. Я убеждался в этом сотни раз, когда собеседники, терпеливо выслушав мой рассказ о вспышке последней Новой звезды, прощаясь, спрашивали, брать ли завтра на работу зонтик.

Подобное неведение не мешает, однако, лучшей части человечества настойчиво искать пути в астрономию. Как ни строги профессиональные табу нашего цеха, число желающих стать его мастерами велико. Притягательная сила

астрономии кроется в доступности и почти запланированной регулярности открытий. Не делают открытия в этой науке лишь очень способные неудачники. Несколько гарантированных в год комет, Новых и Сверхновых звезд, рентгеновских источников или квазаров — вот «дежурное меню» для изысканного вкуса открывателя. Рецепт открытия прост и хорошо известен: необходимо в нужное время навести телескоп в нужную точку. Остальное — дело техники. А если, как говорят на Востоке, черный ветер неудачи погнал парус ваших ожиданий в сторону, противоположную от берега открытий, оправдаться всегда можно непогодой.

Кстати, о погоде. Мы делим погоду на плохую и хорошую. Плохая погода, по мнению астрономов, бывает всегда, а вот хорошая наступает лишь при одном из условий: либо вышел из строя телескоп, либо на небе в это время нет ваших объектов, либо полная Луна мешает рассмотреть на небе даже то, что без нее хорошо видно невооруженным глазом.

Как и во всякой другой развитой науке, в астрономии сотрудники делятся на экспериментаторов, теоретиков и ученых. Однако слово «экспериментатор», кроме как в издательском смысле, вы не услышите ни на одной обсерватории. Все, кто имеет дело с телескопами и измерениями, называются здесь ни к чему не обязывающим словом «наблюдатели». Назвавшись так, наблюдатели сразу ставят себя вне эксперимента, что, впрочем, не приближает их и к теоретикам. Между двумя этими категориями нет большой разницы, кроме разве мелочи — теоретики не умеют наблюдать. Возможно, именно поэтому они чаще делают открытия, но все же надежнее, хотя и реже, это получается у наблюдателей. Если умение наблюдать и размышлять воплощено в одной голове, то весьма вероятно, что голова эта принадлежит ученому. Более точного определения последняя группа астрономов еще не получила ввиду исключительной редкости ярко выраженных экземпляров.

Одно качество отличает моих коллег — они любят все большое: большие числа, огромные телескопы, гигантские звезды, чудовищные расстояния. Но больше всего они любят горы, и все, что ни есть хорошее, везут туда — от людей подальше. Именно поэтому побывать на настоящей обсерватории, да еще ночью, удается лишь счастливицам. Но даже если вы относите себя к таковым, не надейтесь, взглянув в телескоп, проникнуть взором в загадочные области Вселенной, увидеть, как рождаются и умирают звезды, обнаружить марсиан или следы других цивилизаций; Не обольщайтесь пустой романтикой, все выглядит гораздо прозаичнее. Из светлого коридора вас заведут в совершенно темную яму, где неизвестно зачем (а может быть, именно для того, чтобы подчеркнуть непрозрачность мрака) мерцают несколько красноватых точек. Потом схватят за рукав и рывком дернут в сторону, где вы, будь вы хоть на вершок выше метра, обязательно встретитесь с каким-нибудь металлическим выступом. Вслед за этим вы подниметесь на несколько ступенек по шаткой стремянке, на вершуге которой для удобства наблюдений стоит качающийся ящик, и вам скажут: «А теперь смотрите вот сюда». Это самое «сюда» придется долго искать, широко раскрыв в темноте глаза и для надежности выставив вперед десять растопыренных пальцев. Через пару минут, если вы к своему удивлению все еще не растались с лестницей, ящиком и надеждой кое-что увидеть, вы вдруг почувствуете резкую боль под правой бровью. Она свидетельствует о благополучном исходе поиска. Когда ослабевший болевой шок позволит открыть глаз, то вам, может быть, повезет увидеть на сером фоне несколько светлых пятнышек, особенно, если надеть очки. Не исключено, эти пятнышки могут оказаться звездами, при условии, что на дворе нет дождя и ваш гид перед демонстрацией неба не забыл открыть купол телескопа.

Каждый нормальный человек рождается под своей звездой, звездой печального рока или счастливой судьбы. И лишь астроном составляет исключение, подтверждающее истину, что сапожник ходит без сапог. Пройдут десятилетия, прежде чем он сам откроет «свою» звезду, единственную и неповторимую, далекую, но пленительную, которая вернее тысячи гороскопов определит его дальнейший путь.

А.Ф. Пугац

По материалам журнала «Земля и Вселенная»



Большая туманность Ориона - «Трапеция». Фотоприёмник: Nikon D40, Выдержка 15с, ISO 3200ед. Телескоп: БТ-500 D=500мм F=5000мм Автор: Игорь Карзанов, учащийся школы 52 г. Воронежа (специально для журнала «Небосвод»)

Глава 1. Октябрь.

Почему именно октябрь? Ну, во-первых, с чего-нибудь начать все равно придется, а если не октябрь, то возникнет все тот же вопрос «а почему май?», «почему август?» Во-вторых, с января начинать не хотелось, уж больно тривиально. В-третьих, октябрь, на мой взгляд, один из наиболее безрадостных месяцев для русского любителя астрономии – сами посудите – начало практически беспросветного ненастья над просторами отечественных пейзажей да относительно небольшое количество жемчужин звездного неба. За ним – еще более ненастный ноябрь – вот уж где стоит приуныть... но потом – ясный и морозный декабрь, его млечный путь, туманности и россыпи скоплений. А еще чуть позже – весенний океан галактик, в котором так легко утонуть, затеряться без следа – вот уж воистину сокровищница для настоящего наблюдателя-визуальщика. Вы догадались, к чему я клоню? Вслед за весной приходит лето и, как бы его ни ругали за скоротечность ночей астрономы, лето – это, пожалуй, самая благодатная пора для нас – любителей астрономии. Величественная полоса млечного пути, разбужающая напополам весь небосвод... оказавшись вдалеке от суетных городских огней как наяву представляешь себе огромную Галактику. И нашу планетку, висящую где-то в пустоте, вдали от вселенских перипетий... И вот – сентябрь, прекрасный и немножко грустный месяц. Прекрасный потому, что в течение одной ночи мы можем увидеть все богатство летних объектов, а рано поутру – великолепие зимних, под предводительством его величества Ориона. Ну а грустный потому, что впереди – дожди, грязь и слякоть. Иными словами – октябрь...

Осень – не очень благодатная пора для наблюдателя туманных объектов – куда деваться. Специфика нашей русской природы такова, что можно несколько недель провести в ожидании ясной погоды, так и не дождавшись ее наступления. Но повод ли это расстраиваться? Конечно, нет.

Осенью, в октябре, кстати, очень здорово махнуть на выходные на дачу и погрузиться в ароматы высушенного сена на чердаке, заваленного антоновкой, ароматы сосновой хвои, спускающиеся с соседнего холма и мокрого от постоянно моросящих дождей луга. Вы видели когда-нибудь осенние луга? Конечно же, видели. Выцветшие просторы, изрезанные оврагами, растерявшие свои краски и запахи. Под серым, без единого просвета, небом, среднерусские пейзажи приобретают какие-то слишком безрадостные оттенки и контуры.

А поскольку к середине осени большая часть работ по приусадебному участку уже завершена, остается только пить вино в теплой компании да философствовать.

Благо, атмосфера к этому располагает. Еще можно выйти и прогуляться по окрестностям, ведь природа вокруг очень красивая, даже в конце октября.

Мой загородный дом расположен на невысоком пригорке совсем рядом с уютно путлящей между таких же пригорков речкой Воронеж – самой обыкновенной речкой, коих в средней полосе России уйма. В деревне он самый крайний (ну прямо хата с краю), хотя, по сути, это уже почти и не деревня, а сообщество дачников. Совсем рядом с дачей наличествует холм, поросший соснами – оттуда и доносится прохладное и почти лесное дыхание. С другой стороны реки нет ничего кроме осенних лугов, уже упомянутых выше и застилающих все свободное пространство до горизонта. Луга, утыканные зубочистками телеграфных или бог знает каких еще столбов... Воронеж неспешно несет свои воды с востока на запад в стремлении слиться с великим Доном, а поскольку мой дом стоит хоть на небольшом, но пригорочке, вся южная часть неба остается открытой – до самого горизонта. А в небесных координатах – до -37° склонения. Но это, разумеется, в идеале. До -30° неплохо наблюдаем – и за то спасибо. Ну а коль скоро меланхоличное осеннее настроение не оставляет смысла надеяться на близкое избавление от проклятия облачности, остается только сделать последний глоток ароматного смородинового вина и отправиться вниз – на прогулку.

Скользкая тропинка спускается почти до реки, вода в которой стала темной и какой-то совсем недружелюбной – ничуть не хочется окунуться, совсем не то, что пару месяцев назад. Исчезли и голоса птиц, пройдя чуть дальше от деревни вниз по течению ощущаешь себя потерявшимся, размывшимся, растворившимся в акварели бледного октябрьского дня. Легкая дымка уже скрыла деревню, оставшуюся позади, а прямо по курсу, с правого берега реки, на высоком уступе появляется кромка леса. самого настоящего, дремучего. Он простирается на север на многие десятки километров, а здесь его южный рубеж. Местные старожилы уверяли, что раньше здесь и хозяин леса – медведь обитал. Что же до волков – то даже мы, городские, их следы видели.

Каждый лес – это не просто совокупность растущей вместе флоры и обитающей в ней фауны. Лес – это нечто большее, что-то похожее на... город. Тут есть свои аллеи, улицы, проспекты и переулки. Тут есть и врата – врата в лес. Рядом с ними возвышается внушительного размера и возраста дуб, он, как хозяин, словно привечает каждого входящего гостя. Пока путешествуешь вдоль реки, лес появляется будто в трехмерной игре – постепенно, частями. Сначала возник дуб – хозяин леса, потом часток сосен, затем все больше и больше деревьев проступает сквозь пелену тумана. Но мы движемся дальше, и лес остается позади, исчезая из поля зрения все так же – постепенно, частями.

Если идти еще дальше, минуя развалины, бог весть почему заброшенного пионерлагеря, мы окажемся на равнине, где река, сворачивая направо, встает у нас на пути. Вечереет, и на другом ее берегу уже чудятся огоньки другой деревни. А ветер доносит оттуда лай собак да слабый запах дыма – это дожигают последние листья.

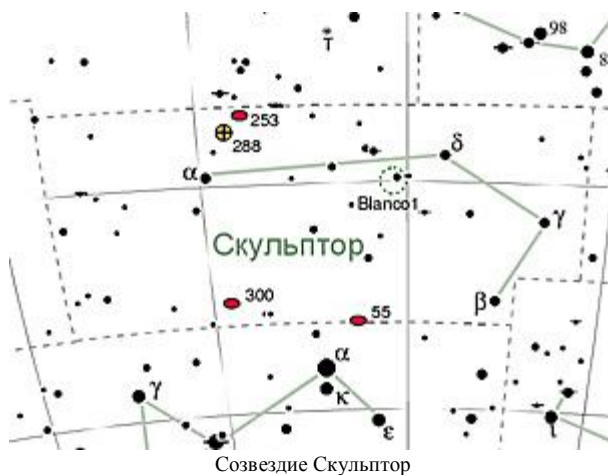
Тут же перманентный дождик, который до последней минуты и неудобно было назвать дождиком, начинает набирать обороты – прогулка подходит к концу. Ведь совсем непонятно, тихнет ли его порыв так же быстро как и начался или же напротив – испортит нам не только прогулку, но и все выходные. Мы разворачиваемся, бросив прощальный взгляд на уютно рассыпавшиеся огоньки деревеньки за рекой (сидят-то, небось, в тепле, попивают чай с душистым вареньем) и устремляем стопы свои назад, к домику на холме – с чердаком, набитым сеном да антоновкой. Дождь и не собирается заканчиваться, и мы понимаем, что несмотря на всю переменчивую осеннюю погоду наблюдений сегодня точно не предвидится.

Глава 2. Великая галактика

Наслаждаться общением в небольшой теплой компании, сидя за накрытым столом, ненастными осенними вечерами особенно приятно. И особенно – в глухой деревушке, затерявшейся где-то на просторах Окско-Донской равнины – вдали от работы, столичной джонги и круговерти. Иногда, накинув куртку, можно спуститься во двор, постоять за компанию с друзьями, что вышли покурить, да поболтать о погоде. Снаружи совсем темно и прохладно. Ветер порывами гонит лохматые тучи на юг, а в воздухе ощущается невидимое присутствие первых вестников грядущей зимы. Ветер уже совсем не летний, да и осеннего в нем становится все меньше. Что-то ледяное, арктическое, но необычайно свежее есть в этих порывах.

Иногда кто-либо из гостей спрашивается о том, «жив» ли еще мой телескоп, что последние несколько лет прописался на даче. Да, он не только жив, но и вполне недурно себя чувствует. Мой телескоп – это 150-мм наполовину самодельный рефлектор. Разумеется, на сборке Добсона. Наполовину потому, что комплект зеркал я все-таки приобретал через ВАГО еще в «далеких» девяностых. Получается, инструменту уже более десяти лет. Но даже несмотря на появившееся обилие недорогих и отнюдь не дурно изготовленных телескопов в последние годы, я не спешу расставаться со своим старинным другом. Отчасти, наверное, из-за лени, но в большей степени ввиду того, что этот инструмент в полной мере открыл мне сокровищницу звездного неба и подарил множество незабываемых часов наедине с галактиками. А самое главное, я считаю, что мой телескоп раскрыл еще далеко не все тайны неба, которые он способен раскрыть.

Так вот, как уже успел заметить уважаемый читатель, вторая глава моего сборника называется «Великая галактика». Я бы хотел побеседовать о действительно прекрасной галактике осеннего неба. Попробуйте догадаться о какой! Туманность Андромеды? Нет. Спора нет, величественнейшая, украшенная жемчужинами спутников галактика северного полушария, но вряд ли у меня получится сказать что-нибудь новое о ней. М 33? Опять не угадали. Многие, наверно знакомы досадой от того, что такая легкодоступная по описаниям советских справочников галактика никак не хотела даваться в небольшие самодельные телескопы. Наверное, вы удивитесь, когда узнаете, что главным действующим лицом этой главы я выбрал весьма непопулярную в России, но горячо любимую в Америке спиральную галактику в созвездии Скульптора – **NGC 253**.



Фрагмент атласа звездного неба Эдуарда Важорова.

NGC 253 является одной из самых ярких галактик, доступных на широте Москвы, уступая лишь Туманности Андромеды. Спираль в Треугольнике и – самую капельку – замечательной галактике северного неба М 81 в Большой Медведице. При блеске 7,2^m NGC 253 имеет угловые размеры 26' x 6'. Таким образом, галактика в Скульпторе не уступает в поверхностной яркости М 81 с блеском 6,9^m и размерами 25' x 12'.

И в это же время она остается обделенной вниманием отечественных любителей астрономии. Отчего же так произошло? Мне кажется, эта ситуация сложилась вследствие того, что данная галактика отсутствует в знаменитом каталоге туманных объектов Шарля Мессье. И

отчасти, видимо, из-за того, что выбрала местом своего обитания невзрачное и непривычное уху российского астронома южное созвездие Скульптора.



Галактика NGC 253 в Скульпторе ©CFHT

Интуитивно может показаться, что если объект расположен в таком, казалось бы, исконно южном уголке неба, то подниматься над горизонтом он будет совсем низко, что в совокупности с дымкой, заветкой и недоступностью линии горизонта для большинства жителей городов навсегда скроет его от пытливого взора отечественного любителя. Я бы предложил посмотреть, насколько высоко эта галактика поднимается в широтах средней полосы России. «Продвинутому» любителю астрономии, должно быть, знакомы такие объекты летнего неба как огромное шаровое скопление М 4 рядом с Антаресом, парочка шаровых скоплений М 16 и М 92 в Змееносце, а также их приятели М 54 и М 55 в созвездии Стрельца. Еще более «продвинутый» наблюдатель, скорее всего, любовался галактикой М 83 в Гидре. Так вот – NGC 253 находится *выше* всех этих объектов! Я уже исключаю из рассмотрения такие объекты как М 69 и М 70 со склонением -32°, а также прекрасные, но очень уж труднодоступные рассеянные скопления М 6 и М 7 в созвездии Скорпиона.

Почему же Мессье не включил нашу галактику в каталог? По всей видимости, правильным ответом будет такой: Мессье просто не изучал область созвездия Скульптора. Ведь если мы вспомним, этот астроном в первую очередь был ловцом новых комет, а свой, ставший в последствие культовым, каталог составлял во избежание недоразумений – дабы не тратить время на туманные объекты, кометами не являющимися. Вследствие этого большинство объектов каталога расположены в области эклиптики. К слову, 44 из 110 объектов расположены в двенадцати зодиакальных созвездиях.

Созвездие Скульптора весьма удалено от эклиптики, к тому же «для него выделили» одну из самых бедных звездами частей небесной сферы. Дело в том, что в этом созвездии располагается так называемый южный полюс Галактики, то есть, направив взгляд на созвездие Скульптора, мы смотрим перпендикулярно плоскости Млечного Пути. Ну а поскольку полюс является южным, то согласно устоявшимся представлениям, мы глядим словно «вниз», сидя на невообразимо огромном блюде нашей Галактики. И, коль скоро основная масса звезд Галактики сконцентрирована в достаточно узком диске, том самом блюде, то в перпендикулярном ему направлении звезд будет довольно мало. Созвездие Скульптора – одно из созвездий с минимальной звездной плотностью. А теперь настало время познакомиться с галактикой NGC 253 чуть ближе.

Американские любители астрономии называют NGC 253 Галактикой Скульптора, а иногда даже более почтительно – Великой Галактикой Скульптора (Great Sculptor Galaxy). Есть и более романтическое название, данное Королевским астрономическим обществом Канады – Серебряная монета, которое, скорее всего, возникло под впечатлением фотографий этого объекта.

Галактику Скульптора можно наблюдать, используя самые скромные инструменты, подойдет и обычный полевой бинокль, и небольшой телескоп. Единственные требования, которые должны строго соблюдаться – это отсутствие дымки и открытый горизонт с южной стороны. Я специально не упоминаю про необходимость отсутствия городской засветки – это правило должно быть непреложным для качественного наблюдения любых объектов глубокого космоса. Следует понимать, несмотря на то, что NGC 253 расположена выше ряда ярких объектов Мессье, очень удобной для средней полосы России ее никак не назовешь. И, наверное, можно попытаться увидеть галактику и в не столь идеальных условиях, но удовольствия от ее наблюдения вы точно не получите. На широте же Москвы галактика проводит не менее пяти часов над горизонтом, чего вполне достаточно для ее успешного наблюдения.

В бинокли и небольшие телескопы примерно 50 мм диаметром заметно вытянутое туманное пятнышко с более яркой сердцевинкой. Размер этого пятнышка будет варьироваться в зависимости от атмосферных условий и засветки – чем хуже условия, тем размер будет казаться меньше.

Я предлагаю не останавливаться спортивной фиксации объекта, а попытаться рассмотреть его детали. В этом вопросе не стоит ориентироваться на любителей астрономии из США, утверждающих, что в определенные моменты неоднородности свечения и даже темная полоса пыли проявляются в 80-мм инструменты. Что и говорить, средний американский любитель живет на 10° южнее его российского коллеги. По моему личному ощущению, для комфортного наблюдения галактики NGC 253 необходим телескоп не менее 150 мм в поперечнике. Разумеется, при соблюдении всех требований указанных выше: отсутствия дымки и городской засветки. В таких условиях становится заметно ядро, разнохарактерность свечения вокруг него, например, в мой инструмент восточная часть кажется чуть более яркой, а западная, там где пролегает мощная пылевая полоса – более тусклой. Кстати говоря, для этой цели лучше применять большие увеличения вплоть до 150–200 крат – галактика весьма неплохо их держит. Не буду утверждать, что пылевая полоса мне далась, но заметно более слабое свечение этой части объекта неоспоримо. Две звездочки фона, примерно 9^m, проецирующиеся на галактику, а также ряд более мелких звездочек лишь добавляют картине очарования. К сожалению, для наблюдения спиральных рукавов этой, в общем-то, близкой галактики требуется инструмент никак не менее 200 мм в диаметре...

Спираль в Скульпторе была открыта в ночь на 24 сентября 1783 г. Каролиной Гершель – сестрой величайшего астронома-наблюдателя. Находясь на расстоянии около 10 млн. световых лет NGC 253 является ближайшей крупной галактикой за пределами Местной Группы. Ее диаметр составляет около 54 000 световых лет, что в два раза меньше диаметра нашей Галактики. Спираль в Скульпторе запылена значительно сильнее нашего Млечного Пути, и, как показывают последние исследования, в ней продолжается процесс интенсивного звездообразования. Помимо этого, NGC 253 является крупнейшим представителем небольшой группы галактик, называемой Группой Скульптора. Группа имеет в диаметре около 3 млн. световых лет и состоит, как минимум, из восьми членов, среди которых NGC 7793, 55 и 300 довольно низки, и фактически являются недоступными для большинства российских астрономов. Однако галактика **NGC 247** лежит на добрых пять градусов выше NGC 253 и вполне может быть зафиксирована при помощи шестидюймового рефлектора.

Но прежде чем совершить отправиться к ней, я бы предложил немного задержаться возле Великой галактики и попытаться отыскать ради спортивного интереса шаровое скопление **NGC 288**. Обладая интегральным блеском 8,1^m, оно размазано по площади диаметром около 13', что в купе с низким склонением -26° делает его далеко не самым простым объектом среди шаровых скоплений. Согласно

новейшим исследованиям, возраст NGC 288 составляет около 14 млрд. лет, что делает его одним из самых старых объектов Млечного Пути. Скопление NGC 288 также примечательно своим положением возле точки Южного галактического полюса; отыскав слабое его пятнышко, можно попытаться представить, что смотришь отвесно вниз, если принять нашу Галактику за систему отсчета. Главное при этом – не потерять равновесие и не соскочить в бездну с поверхности нашей планетки, которая вдруг стала почти отвесным обрывом...



Шаровое скопление NGC 288. Фото с сайта www.astrosurf.com

Кстати говоря, положение галактики Скульптора вблизи точки нашего галактического полюса означает, что оттуда наш Млечный Путь виден практически плашмя. Согласно грубым прикидкам, его звездная величина составит около 4^m, а поперечник – около 40', то есть больше видимого поперечника Луны! Прекрасно, наверное, созерцать всю нашу Галактику с ее спутниками, включая «застывшего» в дальнем от нас рукаве карлика Стрельца. И, скорее всего, уже в 150-мм телескоп Млечный Путь будет представлять потрясающее зрелище – с выраженным ядром, перемишкой, водоворотом спиральных рукавов и двумя спутниками на его фоне примерно 8 и 9^m – Магеллановыми облаками. Теперь давайте вернемся к спутнице галактики Скульптора – спиральной галактике NGC 247 из созвездия Кита. Эта карликовая галактика находится на расстоянии всего около 7 млн. световых лет и является одной из самых близких за пределами Местной Группы. К сожалению, за более удобное расположение галактики над горизонтом расплатой служит ее очень низкая поверхностная яркость, ведь обладая практически одинаковым с NGC 253 размером, галактика под номером 247 в шесть раз слабее своей соседки. В телескоп было уверенно различимо тусклое вытянутое сияние с чуть более отчетливой сердцевинкой. Конечно, подробности структуры остались за пределами возможностей, ведь для этого пригодился бы уже, как минимум, 250-мм инструмент.

Наверное, стоит отметить звездочку 8^m, лежащую на южной оконечности галактики. В 150-мм инструмент она лежит на самой «кромке» свечения, хотя любая программа планетарий покажет, что на самом деле NGC 247 значительно больше в размерах и ощутимо выдается «за пределы» этой звездочки.

Так незаметно мы покинули экзотическое созвездие Скульптора и попали в более знакомое созвездие Кита. Но это тема для совершенной отдельной беседы....

Глава 3. Туманы, заморозки и туманные объекты

Нет, наверное, поры безрадостнее для всех нас, а для наблюдателя туманных объектов, в частности, чем ноябрь. Тумана вокруг столько, что хоть загребай его лопатой – настолько он густой, а вот туманных объектов – ноль. Зачастую в нашей средней полосе бывает так, что за ноябрь не выпадает ни одной ясной ночи.

Что делать на даче в эту пору, я не знаю и не могу придумать ни одного рационального объяснения. Разве что поддержать атмосферу присутствия, смахнуть пыль с этажерок да сгрести грязную и скользкую листву в компостные кучи.

Грязи, кстати говоря, в наших местах поразительное количество. По правде говоря, русские селения никогда не славились излишней опрятностью, у нас же дело усугубляется самой природой липнущей к ногам субстанции, коей является жирный и непролазный чернозем. Распутица так сковала местную жизнь, что кажется, будто деревушка впала в спячку. Пустынные улочки, на которых лишь изредка промелькнет чья-то фигура, шум ветра, скрип мокрых деревьев... Собаки тоже не кажут носа и не заливаются лаем на каждого встречного.

Но, как известно, ноябрь – не совсем осенний месяц. Того и глядишь стукнут заморозки, которые уже не редкость, и вязкая жижа, портившая всем нервы, застывает за ночь и покрывается инеем. По утрам оранжево-желтый пузырь солнца всплывает в белесой дымке облаков, словно яйцо, разбитое в молоко, в котором собрались замочить засохший хлеб и испечь гренки. Так бывает – не знаю почему – но весьма часто по утрам ноябрьское солнце ласкает заиндевшие луга своим дразнящим взором. Но уже через какой-нибудь час небо безупречно серое и совершенно однородное, без единой детали, без единого просвета в облаках.

Как тускло пурпурное пламя,
Как мертвы желтые утра!
Как сеть ветвей в оконной раме
Все та же сегодня, что вчера...

Одна утеха, что местами
Налет белил и серебра
Мягчит пушистыми чертами
Работу тонкую пера...

В тумане солнце, как в неволе...
Скорей бы сани, сумрак, поле,
Следить круженье облаков, –

Да, упиваясь медным свистом,
В безбрежной зыбкости снегов
Скользить по линиям волнистым.

Вряд ли можно найти в отечественной поэзии стихотворение, проникнутое нотками позитива по отношению к ноябрю. Как и в приведенном сонете классика Серебряного века Иннокентия Анненского ноябрь сплошь и рядом есть время, исполненное безрадостными пейзажами да унылым расположением духа, если не сказать большего – депрессией.

Но чем дальше облака скрывают от нас, наблюдателей, тайны глубокого космоса, тем радостнее момент встречи с чистым от туч и омытым последним дождем звездным небом. Согласитесь, всегда интересно после долгой поры вынужденного астрономического воздержания взглянуть на небо: «А что у нас там показывают?» В ноябре, как и в следующих за ним зимних месяцах на небосводе господствует Орион, хотя по вечерам нас все еще балуют своими прелестями Андромеда и Персей.

Но все же, какие именно небесные объекты можно проассоциировать с последним осенним месяцем? Если подойти со всей скрупулезностью и каждому месяцу выделить небесный интервал в 2 часа по экваториальным координатам, который попадает на полночь середины месяца, то ноябрю досталась вотчина от 3 до 5 ч по прямому восхождению. Так вот – этот сегмент небесной сферы является самым бедным на туманные объекты!

Чуть ли ни единственным из них являются Плеяды – одно, правда, из самых прекрасных рассеянных скоплений на небе. Я, наверное, не ошибусь, если скажу, что для

большинства тех, кто читает эту книгу, Плеяды стали первым шагом, открывшим дорогу в пленительный и многообразный мир дип-скай объектов. Так же и я – впервые направил свой самодельный телескоп на Рюмочку – так шутя называла скопление моя прабабушка. Объективом «инструмента» служила очковая линза, приклеенная «Моментом» к картонной трубке; окуляр же обеспечивал увеличение около двадцати крат. Штатива, а тем более, монтировки у меня не было, поэтому зимой трубу свою я прислонял к оконному стеклу, а летом высовывал в форточку.



Плеяды. Фото с сайта www.seds.org/messier/browser/

Как удивительно меняется мироощущение человека с течением времени. Сужу по себе: в юности со своими телескопами-самоделками мне было доступно, мягко говоря, не очень много объектов глубокого космоса, но с теми, что имелись в моем распоряжении, я был готов проводить почти все свое время. Так и Плеяды – стоило им засверкать на холодном осеннем небе, как я принимался зарисовывать взаимное расположение звезд в стремлении подметить как можно более слабые. У меня даже был специальный альбомный лист, на который я наносил с каждой ночью все новые замеченные подробности.

Но чем шире становилась труба телескопа, тем меньше уделялось времени каждому новому туманному объекту, давнишним же знакомым зачастую и вовсе не доставалось нашего внимания. А может быть, ничего удивительного в этом нет, ведь чем меньше объектов доступно инструменту, тем больше мы ценим то немногое, что имеем.

M45 расположено довольно близко к Солнцу, и мне со школьных лет казалось, что астрономам известно ну почти все об это рассеянном скоплении. Первый раз мое удивление вызвало расхождение в количестве звезд, взятое из двух разных книжек. В одной называлось число «сто пятьдесят», в другой – «двести пятьдесят» – нетрудно теперь понять мое замешательство, ведь на своей карте, начатой в восьмом классе, я пытался рано или поздно изобразить все Плеяды целиком. Теперь же было непонятно, сколько их следовало искать – 150 или в почти в два раза больше.

Даже сейчас, к своему любительскому удивлению, я нахожу совершенно разные оценки численности блеска этого такого близкого и такого, казалось бы, исследованного скопления. Одни осторожно говорят «больше ста», другие, напротив, не стесняются и утверждают «больше тысячи», третьи, видимо, взяв среднее, рассказывают о «примерно пятистах» звездах, входящих в состав Плеяд. Как все-таки поведение Плеяд космических напоминает поведение юных, загадочных и неуловимых барышень – Плеяд мифологических.

Не совсем ясна картина и с точным расстоянием до скопления, а ведь именно для него с особым тщанием выстраивалась шкала «температура-светимость», чтобы строя подобные диаграммы для других рассеянных скоплений, оценивать их удаленность. Изрядную долю

путаницы внес космический аппарат «Гиппарх», предназначенный для определения параллаксов (а, следовательно, расстояний) ярчайших звезд. По его вычислениям, Плеяды находились в 384 световых годах, тогда как до этого господствовала цифра в 440 св. л. Впоследствии выяснилось, что измерения спутника имели неустановленную ошибку, поэтому сейчас «принято» старое расстояние в 440 св. л.

Находкой же лично для меня, таким «заново открытием» М45 стало наблюдение этих давних подружек в свой 150-мм Добсон, тогда еще совсем новенький, дышавший недавно высохшим клеем и предвкушением целой волны небольших, любительских «открытий» туманных объектов. И хотя тогда телескоп находился дома, а не на даче, меня буквально захлестнула волна эмоций от того, как, оказывается должна выглядеть эта россыпь звездных сапфиров. А буквально несколькими днями позже, уже в отсутствие какой бы то ни было засветки, мое сердце при наблюдении Плеяд забилось еще чаще – я уловил слабую дымку вокруг одной из звезд скопления. Да, конечно, дымкой была пылевая туманность NGC 1435, окутывающая М45, а звездой – Меропа, но это призрачное сияние, как будто начал запотевать окуляр, забыть, конечно, трудно.

С пылевой туманностью, которая светится отраженным светом Плеяд, оказывается, связана еще одна загадка. Как несложно догадаться, возраст М45 варьируется тоже в очень широких рамках – от 70 до 170 млн. лет. Если верна нижняя граница этого возраста, то туманность является остатком того мощного газопылевого облака, из которого сформировались звезды скопления. Если же Плеядам 150 и более миллионов лет, то выяснится, что скопление лишь случайно попало в запыленную область космического пространства. В первом случае Плеяды – это повзрослевший близнец Туманности Ориона – скопление, богатое двойными и кратными звездами, образовавшимися из мощной газопылевой туманности. Не знаю, как вам, а мне эта версия нравится больше, ведь так интересно порой переводить взор телескопа между Плеядами и Туманностью Ориона и думать о том, как буквально одним движением руки можно переместиться на десятки миллионов лет...

Глава 4. Потаенные сокровища ноября

Однако не одними Плеядами богат ноябрь. Поэтому в этой главе мне хотелось бы поведать о туманных объектах, которые скрыты не в силу своей недостаточной блеска или низкой поверхностной яркости, а в силу очень редкой цитируемости в разнообразных руководствах, ориентированных на наблюдателя объектов глубокого космоса. Часть из них, с которых бы мне хотелось начать разговор, поднимается во время кульминации не так высоко, как бы хотелось российским любителям астрономии, но этот факт способен лишь несколько осложнить наблюдение, но никак не скрыть от нашего любопытного взора эти неповторимые пятнышки, туманные закорючки да крохотные шарики светящегося тумана.

Ноябрьской ночью, в редкие ясные часы на южной части небосклона доминирует Эридан – созвездие-река. Извилисто катит он свои воды от правой ноги Ориона почти через весь небосвод, скрываясь под горизонтом в его южной части. Словно повторяя изгибы реки небесной, отражается на поверхности земли наш Воронеж – темная лента на заиндевевых просторах изъеденной оврагами равнины. Ноябрьская ночь наполнена порывами свежего, почти зимнего, ветра, так легко срывающего с тебя покровы тепла. Полчаса наблюдений, и ты продрог, словно бездомный пес. Да, конечно, весьма неудобно натягивать на себя еще один свитер и каждые полчаса греться чаем в домике, но именно ясными и редкими ноябрьскими ночами ощущаешь как стираются грани между нашим земным миром и небесной твердью, когда буквально одним глазом тебе виден грустный русский пейзаж, затянутый робкой пеленой снега с перемигивающимися вдалеке оранжевыми огоньками, а другим – далекая, в десятках миллионах световых лет, галактика, очень похожая на ту, в которой довелось жить нам самим... Один взгляд на линию горизонта, и ветер в новом своем порыве доносит обрывки собачьего лая, один взгляд в окуляр, в пространство, ограниченное линией поля зрения – и тут же проступает почти призрачное округлое сияние, возраст которому 65

миллионов лет... И где-то я, затерянный словно песчинка между величием далекой галактики и убожеством близлежащей русской деревеньки, вмерзшей в ноябрьский пейзаж. Подумать только, миллионы лет назад, когда ее свет только отправился долгое путешествие к моему глазу, на Земле царствовали динозавры, а одни из первых млекопитающих пока еще робко ютились в пещерах. Где-то в бездне космоса по направлению к нашей планетке неся метеорит, которому было суждено в корне изменить судьбу как динозавров, так и млекопитающих. А быть может, не было никакого метеорита и внезапно вымерших динозавров – не мне строить гипотезы. Но в чем я твердо уверен – так это в своем единстве с продрогшими оврагами, холодным ветром, своим телескопом и той далекой галактикой. И в том, что нас объединяет.

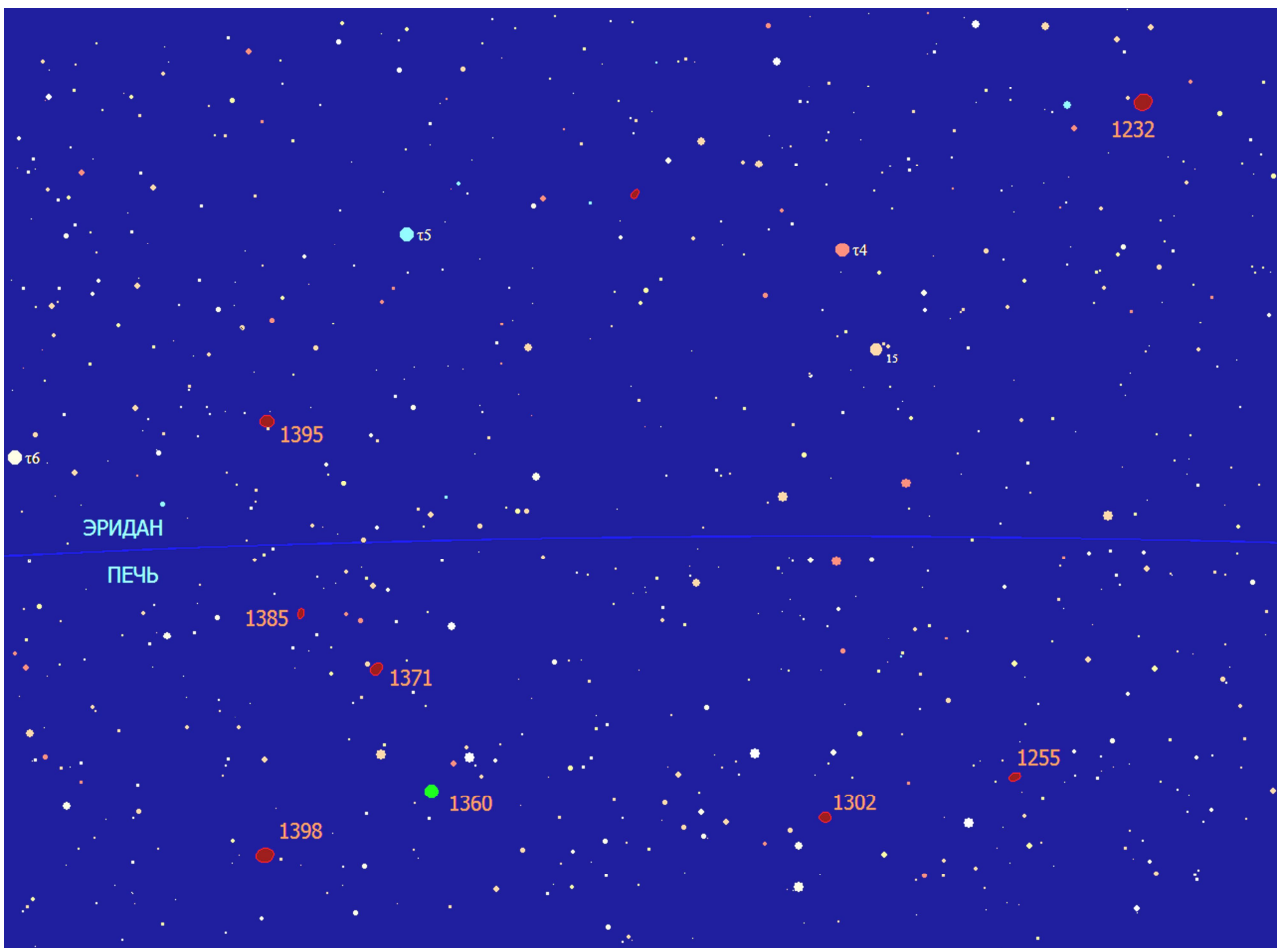


Спиральная галактика NGC 1232. Спутник NGC 1232A заметен в левой части фотографии. Авторы фото: Robert Nemiroff (MTU) & Jerry Bonnell (USRA)

Яркая, по меркам туманных объектов, галактика **NGC 1232** незаслуженно обделена вниманием не только отечественных, но и западных любителей астрономии. Обладая блеском около 9,6^m и размерами 7' × 6', галактика лежит на одинаковой высоте с уже упоминавшейся NGC 247 или с рассеянным скоплением М41 в Большом Псе. Великолепие этой гигантской, диаметром 130 000 световых лет, галактики в полной мере ощущается на профессиональных фотографиях, где видны мощные и ветвящиеся спиральные рукава, а также ее притулившаяся сбоку товарка – галактика NGC 1232A. Кстати говоря, с этой парой галактик связана интересная история.

Известный американский астроном Гальтон Арп, автор каталога пекулярных и взаимодействующих галактик, а также критик теории Большого Взрыва сделал тонкое наблюдение: NGC 1232 и NGC 1232A обладали одинаковой детализацией звездных гущений, областей H II, а также других структур, что указывало на то, что обе галактики находятся примерно на одном расстоянии. Однако красное смещение компаньона оказалось значительно выше, чем у своего гигантского соседа, что говорило о том, что галактика NGC 1232A располагается в четыре раза дальше. В ответ на это Арп, не вполне одобрявший метод определения расстояний до галактик по их красным смещениям, привел следующий факт. На фотографиях двух галактик было отчетливо видно, что спиральный рукав, примыкающий к NGC 1232A, значительно деформирован и сильно разветвлен, указывая на то, что между галактиками существует гравитационное взаимодействие. Является ли совпадением то, что обе галактики имеют одинаковую степень детализации структуры, и одна из них обладает отчетливыми возмущениями в той области, куда якобы проецируется другая?

Стоит также отметить факт наличия у галактики NGC 1232 больших запасов темной материи. По наблюдениям астрофизиков, динамическое поведение этой галактики удовлетворительно описывается, если считать ее массу в три раза большей, чем предсказывается на



основании светимости входящих в нее звезд. Таким образом, лишь около 30% массы этого объекта приходится на звезды и газопылевые туманности, словом, то, что мы видим на фотографии либо в наши телескопы.

Согласитесь, трудно поспорить с тем, что галактика NGC 1232 является более чем достойным объектом для наблюдения. Ее местоположение на небе достаточно легко вычислить, отталкиваясь от звезды τ^4 Eri, однако, для обнаружения самой галактики потребуется проявить долю терпения. Она, конечно, не M74 из созвездия Рыб с ее хрестоматийно низкой поверхностной яркостью, однако, невысокое положение над горизонтом способно серьезно подпортить впечатление от увиденного. 150-мм телескоп показывает слабое туманное пятнышко округлой формы, как правило, не без использования бокового зрения. Центральное утолщение не так чтобы сильно выражено, и галактика напоминает комету. И если вам удастся ясной и по-зимнему прохладной ноябрьской (или какой-либо другой) ночью увидеть в поле зрения окуляра слабое круглое сияние этого объекта, обязательно вспомните про похожесть двух наших галактик, про динозавров и про то, что все это и нас объединяет.

Галактика NGC 1232, как и почти все остальные, не одинока на звездном небе. Она является полноправным участником группы галактик Эридана (Eridanus Cloud of Galaxies), а также скопления галактик созвездия Печи (Fornax Cluster). Ну вот – я упомянул еще одно экзотическое созвездие – Печь. Многие если не скажут, то подумают: «Эту-то Печь и глазом на небе не рассмотреть, не то что уж дип-скай объекты в ней», – и отчасти будут правы. Правы потому, что самая яркая звезда созвездия, α Печи имеет блеск всего 3,8^m, поднимаясь на широте Москвы всего лишь на пять градусов над горизонтом. Если говорить обо всем созвездии, то на территории России оно никогда полностью из-под горизонта не показывается. Другое дело, туманные объекты этого созвездия. Ряд из них можно наблюдать при определенном везении и в средней полосе России. В моем случае под везением я понимаю наличие домика вдали от больших городов и сел, а также полностью открытую южную линию горизонта. Хочу сразу предупредить, что все нижеописанное вполне уверенно зафиксировано мной в скромный по нынешним меркам 150-мм рефлектор.

Если от галактики NGC 1232 вернуться к τ^4 Eri и продолжить взор дальше – восточнее и чуть ниже обнаружится примечательная планетарная туманность **NGC 1360**. Она уникальна, как по-своему уникален каждый туманный объект на нашем с вами небе. В чем и предлагаю немедленно убедиться.

Начать стоит с того, что с момента открытия в 1857 году сей объект провел большую часть «жизни» в статусе пекулярной туманности или галактики. Это, в общем, неудивительно, ведь располагался он участке небесной сферы, густо заселенной галактиками. Многие из этих галактик явил миру великий Гершель, однако, описание объекта, ставшего впоследствии именоваться NGC 1360, у него отсутствует.

Туманность была открыта 37-летним американским любителем астрономии Льюисом Свифтом. Позднее он стал известен как один из наиболее выдающихся американских астрономов того времени, открыв ряд комет, что было его основной специализацией, а также свыше сотни туманностей.

На этом «удивительности» этой планетарной туманности не заканчиваются. По сути, она является одной из самых старых, а вследствие этого «разросшихся» в размерах. Достаточно сказать, что ее видимый поперечник свыше 6', что в три раза больше поперечника M57 из созвездия Лиры. Следствием этого является довольно низкая поверхностная яркость и не самый характерный для планетарных туманностей вид. И, кто знает, смогли бы мы вообще увидеть в наши телескопы эту туманность, не подсвечиваясь она очень горячей и очень яркой голубоватой звездой. Достаточно сказать, что ее можно вполне зафиксировать в небольшие любительский телескопы – блеск звезды близок к 11,3^m. Обладая температурой в 80 000K, эта звездочка светит в 500 раз мощнее нашего Солнца и непрерывно извергает свое вещество в окружающее пространство.

В телескоп туманность NGC 1360 предстает как овальное свечение примерно одинаковой интенсивности. Само место, где лежит туманность, будет найти довольно просто: она составляет равнобедренный треугольник с двумя звездочками 6,5^m. Еще более точно местоположение туманности укажет ее центральная звезда, останется только попытаться различить вокруг нее призрачное сияние

потерянной ею оболочки. Согласитесь, не так часто нам приходится наблюдать планетарные туманности вместе со звездами их породившими – уж слишком тусклы оказываются последние, сбросив в бесконечность космоса большую часть своего вещества.

Совсем рядом с удивительной планетарной туманностью NGC 1360, буквально «в двух-трех полях зрения» обитает спиральная галактика **NGC 1398**. На первый взгляд, у нее должна быть пугающе низкая поверхностная яркость, ведь блеск 9,5^m распределен по довольно внушительной площади 8' × 5', а высота в кульминации на широте Москвы исчезающе мала – всего 8°. Но и в этом ведреке дегтя есть несколько внушительных ложек меда.

Во-первых, надо заметить, что открыта сия галактика была отнюдь не проживавшими в тропических широтах наблюдателями, а телескопы, использованные для ее наблюдения, не превышали 12 см в поперечнике. В декабре 1868 года открытие совершил немецкий астроном Фридрих Виннеке, а следующей осенью, независимо от него, открытие повторил Ойген Блок – ловец комет, живший на территории современной Латвии. Занятно, что оба астронома заново переоткрыли планетарную туманность NGC 1360. Такие независимые переоткрытия были не единичны и происходили из-за того, что многие туманные объекты не были включены ни в один каталог того времени, а оперативных средств обмена информацией в ту пору еще не существовало.

Во-вторых, галактика NGC 1398 относится к типу SBa, а это значит, что львиная доля ее светимости приходится на центральное утолщение. Оно имеет видимые размеры примерно 1,5' в диаметре, и поверхностная яркость его весьма высока. Наконец, явление атмосферной рефракции немного приподнимает объекты, расположенные возле горизонта, увеличивая их кажущуюся высоту, но это уже совсем небольшая «ложка меда», двух первых должно хватить с лихвой чтобы привлечь внимание к этому довольно экзотичному, в силу своего местонахождения, объекту.

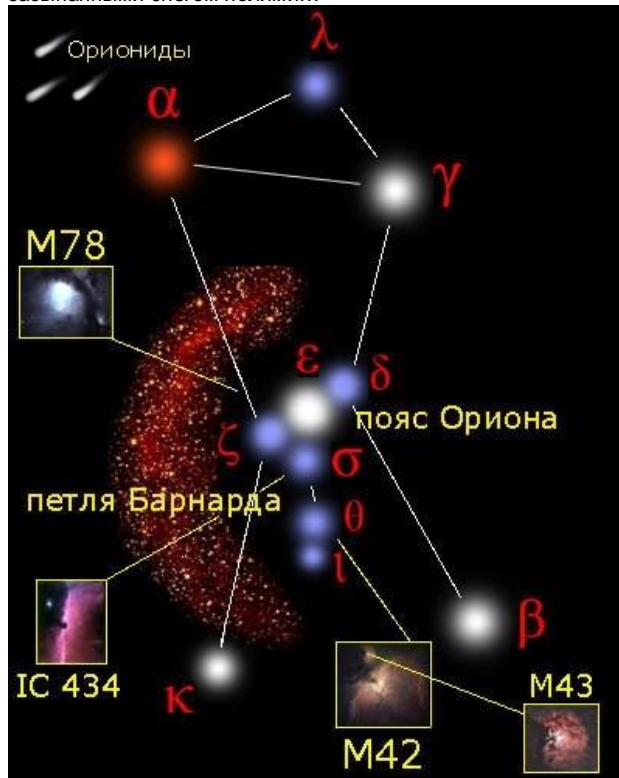
Вряд ли шестидюймовый рефлектор покажет что-либо кроме ядра этой галактики в наших широтах, однако, и это зрелище может стать по-настоящему запоминающимся. Уже после наблюдения стоит наклонить трубу «добсона» вниз, как в поле зрения появится далекий горизонт редкими иголочками огоньков. Как все-таки недалеко расстояние от этой галактики до земли!

Галактика NGC 1398 принадлежит к скоплению галактик Печи, располагаясь на самой его окраине. Центр же этого скопления находится вблизи гигантской эллиптической галактики, следующей по номеру в каталоге Дрейера – NGC 1399. По количеству своих членов скопление является крупнейшим после скопления галактик в Деве (в пределах 100 млн. световых лет) – в него входит как минимум три сотни объектов. Очень досадно, что на территории нашей страны это облако галактик по человечески рассмотреть не удастся, поэтому остается довольствоваться лишь его слабозаселенным северным предместьем. Стоит отметить, что само скопление лежит на расстоянии примерно 60 млн. световых лет и в отличие от скопления в Деве является гораздо более структурированным, с заметной конденсацией галактик к четко выраженному центру. Шутка ли – львиная доля всех галактик сконцентрирована в радиусе всего двух градусов – поле зрения широкоугольного окуляра. Можно, конечно, пометать о том, что было бы, если бы сие скопление находилось бы чуть выше, либо мы с вами жили чуть южнее. Тогда бы, скорее всего, оно напомнило бы нам скопление из Волос Вероники – плотное, компактное, с массивными эллиптическими галактиками – этакими пчелами-матками звездных роев. Эх, мечты...

Закончить рассказ о наиболее незаслуженно обделенных вниманием ноябрьских объектах мне бы хотелось планетарной туманностью **NGC 1535** – этаким южным двойником замечательной туманности «Эскимос». Обладая диаметром менее минуты дуги, она достаточно ярка для того чтобы быть замеченной в весьма скромные апертуры. С «Эскимосом» ее роднит наблюдаемая «двуоболочечность»: яркая оболочка погружена в более тусклое сияние газового шара, практически, увы, не заметного в 150-мм телескоп. Во всяком случае, я не могу припомнить, чтобы видел что-то подобное. Внутренняя же составляющая наблюдается без проблем в виде звездочки 10^m. При небольшом двадцатикратном увеличении сходство

настолько велико, что не знай о дип-скай природе этого объекта, пропустишь его обязательно, не обратив внимания. Я обычно ищу эту туманность от γ Эридана, затем на восток по извилистой звездной дорожке, на самом конце которой спряталась эта маленькая проказница. Не стоит бояться использовать высокие увеличения – почти все планетарные туманности обладают большой поверхностной яркостью – я стараюсь сразу поставить максимально возможное и посмотреть, что из этого выйдет.

В теории должно выйти следующее – при увеличениях 200^x и выше становится доступна для наблюдения центральная звезда туманности блеском около 11,5^m. Ее труднодоступность обусловлена очень плотными объётами яркой внутренней оболочки туманности – ее поперечник равен всего 25". Не удивительно, что такую, казалось бы яркую центральную звезду довольно трудно обнаружить, а точнее – отделить от сияния туманности. Признаюсь честно, пока мне не удавалось различить отдельно от NGC 1535 ее прародительницу – ноябрьская погода даже ясными ночами не сильно дружелюбна к наблюдателю, а иногда не хватает терпения ловить быстро ускользающий в силу вращения нашей планеты диск туманности – на больших увеличениях приходится расплачиваться за незатейливость и дешевизну монтажа Добсона. Ноябрьская ночь длинна, но редкому наблюдателю удается выдержать ее до конца и закончить наблюдения яркими спиральными галактиками Льва. Но именно в ноябре возникает ненасытное желание наблюдать как можно дольше, ведь моменты ясного неба скоротечны, и после них нам остается лишь ждать морозной зимы, ее ясного декабря с трескучими синими звездами да белыми, засыпанными снегом полями...



Схематическое изображение созвездия Орион с обозначением самых интересных объектов. Изображение с сайта <http://shaf2.narod.ru>

Глава 5. Декабрь

Декабрьский день пролетает так быстро, словно это не день, а мгновение. Стоит чуть отвлечься, как глядишь, а на дворе уже сумерки. Но день был проведен не зря: приехав с раннего утра, мы с супругой снарядили домиком всем необходимым для зимнего отдыха. Местность наша, украшенная по левому берегу реки косогорами, как нельзя лучше подходит для лыжного отдыха. Но об этом позже, в январе, ведь пока выпавшего снега слишком мало, пусть даже все окрестности оделись в чистое зимнее убранство.

Не осталось ни клочка нагой земли, лишь видно как на том берегу редкие порывы ветерка качают засохшие стебли камыша. Воронеж тоже застыл, словно остановился в движении, но так может показаться только на первый

взгляд. Стоит протоптать тропинку по пока еще неглубокому снегу и осторожно спуститься к замерзшей глади, как можно заметить, что лед местами такой тонкий, что сквозь него, как сквозь стекло, видны проплывающие пузыри воздуха, несомыте течением. Наверное, если долго всматриваться, можно заметить и темные спины рыб, скользящие за этими ледяными окнами.

Как приятно, вернувшись домой, услышать уютный запах сдобных булочек с кухни! Но основная часть скарба, захваченного из дома, все еще стоит внизу, а значит, пора приниматься за работу и определять каждой вещи свое место. Ведь через несколько дней приедут родители, возможно и сестра, нам же придется возвращаться в московскую суету. И вот – стоит чуть-чуть отвлечься от хлопот по дому, а на дворе уже сумерки.

Декабрьское небо прозрачно, словно алмаз, никогда больше в году не увидишь такой глубины звездного океана. Из темно-лилового в густой ультрамарин, из ультрамарина – в нежный васильковый, из василькового, минуя золотистый, – в оранжевый, из оранжевого – в брызги пурпурно-красного, окрасившего далекие холмы на юге и западе – такие переливы небосвода свойственны лишь последнему месяцу года. А снизу, под этим разноцветным куполом – бескрайние, как океан, и белые, как чистый лист, среднерусские просторы с вмерзшей в их декорации серой речкой, тянущейся от одного края горизонта до другого.

Но вот прошло еще несколько минут, и пропали оттенки красного, исчезло и оранжевое сияние на юго-западе, остались лишь темно-синие тона. Зажглись и первые звезды, а легкий морозец, такой вроде бы незаметный до этой поры, стал настойчивее зазывать назад домой. Но если немного задержаться и опоздать минут на двадцать к вечернему чаю, как бездна неба поглотит все оставшиеся цвета, залетят чернильной темнотой, усеянной мириадами иголок-звезд, колючих как сегодняшний морозец, а поперек небосвода, с одной части горизонта до другой зажжется сияние млечного пути. Как все-таки жаль, что зимой нельзя вынести на улицу раскладушку и бродить взглядом по россыпям созвездий, наяву представляя себе нашу Галактику. Увы, млечный путь зимой не так ярк, как в летние месяцы – его призрачное сияние с трудом можно различить за облачками выдыхаемого пара...

Есть такое зимнее созвездие, о котором нельзя не упомянуть. Его изображают на рекламных картах звездных атласов, а многие компьютерные программы-планетарии, будучи запущены в первый раз начинают показ именно с этого созвездия. У меня же при его упоминании пробегает легкий морозец по коже – этот рефлекс возник от нескончаемых студеной часов, проведенных при наблюдении бесчисленных туманных объектов, облюбовавших это созвездие. Вы, конечно, угадали – это Царь звезд, Верный пастух небес – Орион.

Присоединись своим едва слышным голоском к многоголосому хору поющих дифирамбы этому созвездию и его Туманности. Что ни говори – ни будь его, все мы очень многое потеряли бы, а небосвод лишился бы одного из самых прекрасных украшений. Туманность Ориона – это поистине самый яркий, самый доступный и, без сомнения, самый «туманный» объект. Даже ничего не сведущий в астрономии человек нет-нет да обратит зимней ночью внимание на небесное облачко, зажатое меж звездами меча Ориона.

И это далекое сияние образовано не звездами, как в большинстве дип-скай объектов, а именно облаком межзвездного газа, разлитого на расстоянии в полторы тысячи световых лет. Но это лишь на первый взгляд все так просто. В действительности область туманности – мощнейший и весьма сложный по структуре регион звездообразования. В частности, космический телескоп Хаббл обнаружил целую популяцию коричневых карликов, а также серию новорожденных звезд, окруженных протопланетными дисками – колыбелями солнечных систем. Сама туманность M42 подсвечивается звездой-скоплением θ Ориона. Согласно последним исследованиям θ Ориона состоит не менее чем из 17 звезд! Вот уж призадумайтесь, где проходит граница между кратной системой и рассеянным скоплением.

Думаю, не ошибусь, если назову Туманность Ориона объектом для всех, без исключения, апертур, а также достопримечательностью для наблюдателей всех возрастов и любого уровня опытности. Даже

невооруженный взгляд незаметно притягивается к той точке неба, откуда сквозь сотни световых лет прорвалось к нам сияние этой капельки небесного сияния. Находясь в оправе небесных драгоценностей Ригеля и Бетельгейзе, Альдебарана и Сириуса туманность привлекает к себе внимание людей даже весьма далеких от астрономии. Чего стоит тот факт, что кое-какие псевдорелигиозные люди усмотрели в Большой Туманности Ориона не что-нибудь, а трон самого Господа Бога!

Величие Туманности Ориона нередко затмевает расположенные поблизости – буквально на расстоянии поля зрения – прекрасные дип-скай объекты. Ведь, по сути, весь Меч Ориона – это не что иное, как ожерелье нанизанных на одну нить объектов глубокого космоса. Или, если хотите, шашлык на шампуре – все-таки шампур больше напоминает меч, нежели ожерелье.

Первым в этой цепочке, если смотреть сверху вниз, является рассеянное скопление **NGC 1981**. В ясные декабрьские ночи оно заметно глазом как еще одна туманная звезда Меча Ориона. Образованное десятком ярких голубых звезд и еще десятком звезд послабее, оно в телескоп резко выделяется из общего звездного фона, так, что даже новичок распознает в нем именно рассеянное скопление, а не просто совокупность светил, случайно спроецировавшихся на одну точку небесной сферы. И действительно, эта россыпь редких, но ярких звездочек является на небосводе самой северной в звездной ассоциации Орион OB1c, а глубокие снимки этого скопления позволяют обнаружить вокруг него тончайшую дымку туманности, из которой, вероятно, оно и было сформировано.

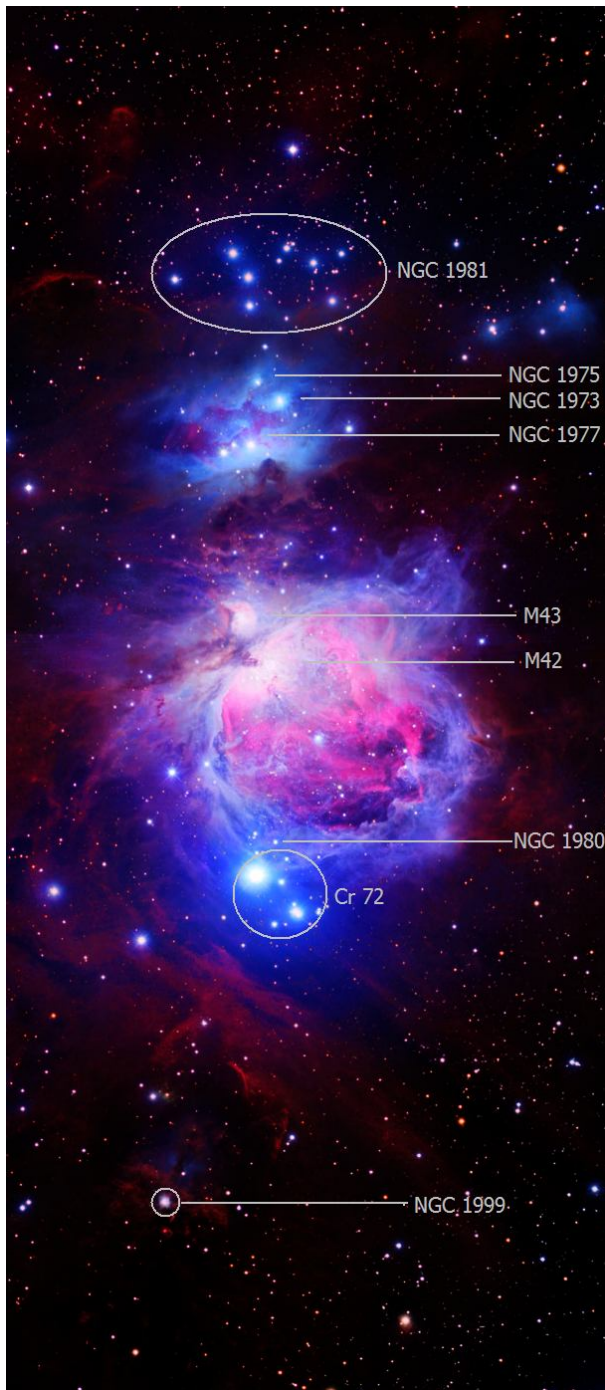
Чуть ниже на «Шампур Ориона» насажена туманность NGC 1977 – довольно легкий объект для обладателя 150-мм инструмента. Она имеет блеск около 6^m и расположена вокруг звезд, образующих верхнюю оконечность Меча – 42 и 45 Ori. Как свойственно ряду крупных туманных объектов, данная туманность имеет сразу несколько обозначений в каталоге Дрейера: **NGC 1973, 1975 и 1977**, из которых первые два относятся к выделяющимся своей поверхностной яркостью участкам. Как и рассеянное скопление NGC 1981, эта туманность является частью ассоциации Орион OB1c, охватывающей область Меча Ориона.

К слову, подгруппа Орион OB1a включает в себя звезды и окрестности Пояса Ориона, OB1b – регион к северо-западу от него, а саму M42-43 и θ Ориона иногда выделяют в особую группу – OB1d. Вся эта совокупность и образует ассоциацию OB1 Ориона, которая, в свою очередь, входит в еще более грандиозное образование – газопылевой комплекс Ориона, включающий также M78, Петлю Барнарда и многие другие туманности и скопления.

На фотографиях заметно, что NGC 1977 в отличие от Туманности Ориона имеет голубоватый оттенок, что говорит о том, что большей частью свечение туманности имеет отраженную природу. На фотографиях также хорошо заметны пылевые прослойки, из-за формы которых туманность и получила название «Бегущий человек». Впрочем, в телескоп цвета туманных объектов неразличимы; неразличимы в полном объеме при обычных условиях и полюсы пыли, поэтому остается лишь любоваться тончайшей вуалью, словно запутавшейся между группой звездочек. Кстати, если, не испугавшись зимнего морозца, провести над окуляром минуту-другую, осторожно, чтобы он не успел запотеть, можно обнаружить неоднородность свечения туманности и наметок на вытянутую вдаль горизонта пылевую полосу, разделяющую туманность на две или (если повезет) на три части.

Ну а ниже во всей своей красе раскинулась она – «мать всех туманностей» – Большая Туманность Ориона. Как сейчас помню свой переход от 6-сантиметрового очкового, прости Господи, рефрактора к 150-мм агрегату. Сейчас слово «агрегат» может только вызывать улыбку, но в начале девяностых иметь в провинции телескоп 20-ти и более сантиметров было чем-то из ряда вон выходящим, чем-то из области фантастики. Так вот, почему-то случилось, что первый раз я увидел M42 не приставив глаз к окуляру, а в отражении главного зеркала. Впечатление было настолько велико, что картинка впечаталась мне в память, наверное, на всю жизнь. Когда же я взглянул в окуляр, восхищению моему не было предела: такие еще непривычные иголки звезд – резкие и без надоедливых ореолов, черная-пречерная бездна космоса и зеленоватое фосфоресцирование огромной туманности... А ведь она в

сравнении с видом в 60-мм «ахромат» выглядела действительно огромной – с пылевыми прожилками, клубами и струями газа и погруженной в его пучину трапецией раскаленных голубых звезд... Подумать – а ведь это ради чего все мы с вами – наблюдатели туманных объектов – отдаем часть своей жизни созерцанию бездн космоса, о масштабах которых среднестатистическому человеку с улицы даже сложно помыслить. Нет, я, разумеется, не считаю любителем астрономии чем-то выше людей не имеющей тяги к наблюдению звездного глубин, но искренне радуюсь тому, что у нас с вами есть еще один «источник красоты» – небо. А красота, как известно, спасет мир.



Комплекс туманности Ориона. (Использована фотография Р. Гендлера с сайта Astronomy Picture Of the Day)

Между тем, с Туманностью Ориона у меня связана еще одна памятная история. Так уж получилось, что все мои астрономические начинания были связаны с М42. В период моей юности, а было тогда мне одиннадцать лет, родители преподнесли мне поистине сказочный подарок на Новый Год. Было такое чудо – немецкий пластмассовый телескоп с пластмассовыми же линзами. К комплекту прилагалось три (!) сменных объектива от 2 до 6 см, окуляр из серии «сделай сам» с целым набором пластмассовых

линзочек, которые нужно было устанавливать в указанном порядке, штатив, который было удобно прикручивать к подоконнику... в общем, усидчивости мне не хватило, и я приступил к сборке сразу после того, как обнаружил огромную коробку под елкой. Да и вот еще что. Тот Новый Год стал для меня первым Новым Годом без Деда Мороза, ведь я убедился на сто процентов, что ни одному Деду Морозу было не под силу преподнести такой сказочный подарок.

Днем первого января я смастерил средний «сетап» с диаметром что-то около 4 см, привинтил к пластмассовому штативчику, который привинтил к подоконнику и к вечеру сел у окна в ожидании ясного неба. В ожидании я провел два вечера, покуда 3-го числа, наконец, тучи не разошлись и не явили мне зимнее небо во всем своем великолепии.

К тому моменту я уже знал, где находится туманность, а также видел ее фотографии в «Энциклопедическом словаре юного астронома». Помню, что картинка заинтриговала меня очень сильно: огромные звезды, большое туманное пятно – все, словно на фотографии. На следующий день небо опять затянулось тучами, но каково было мое удивление, когда я обнаружил, что телескоп ничего не показывает при попытке рассмотреть родные поля, засыпанные снегом. «Наверное, он предназначен только для звезд», – быстро догадался я. И лишь через пару недель я понял, что неправильно собрал окуляр, из-за чего он находился в «зафокале» примерно на сантиметр. Так вот...

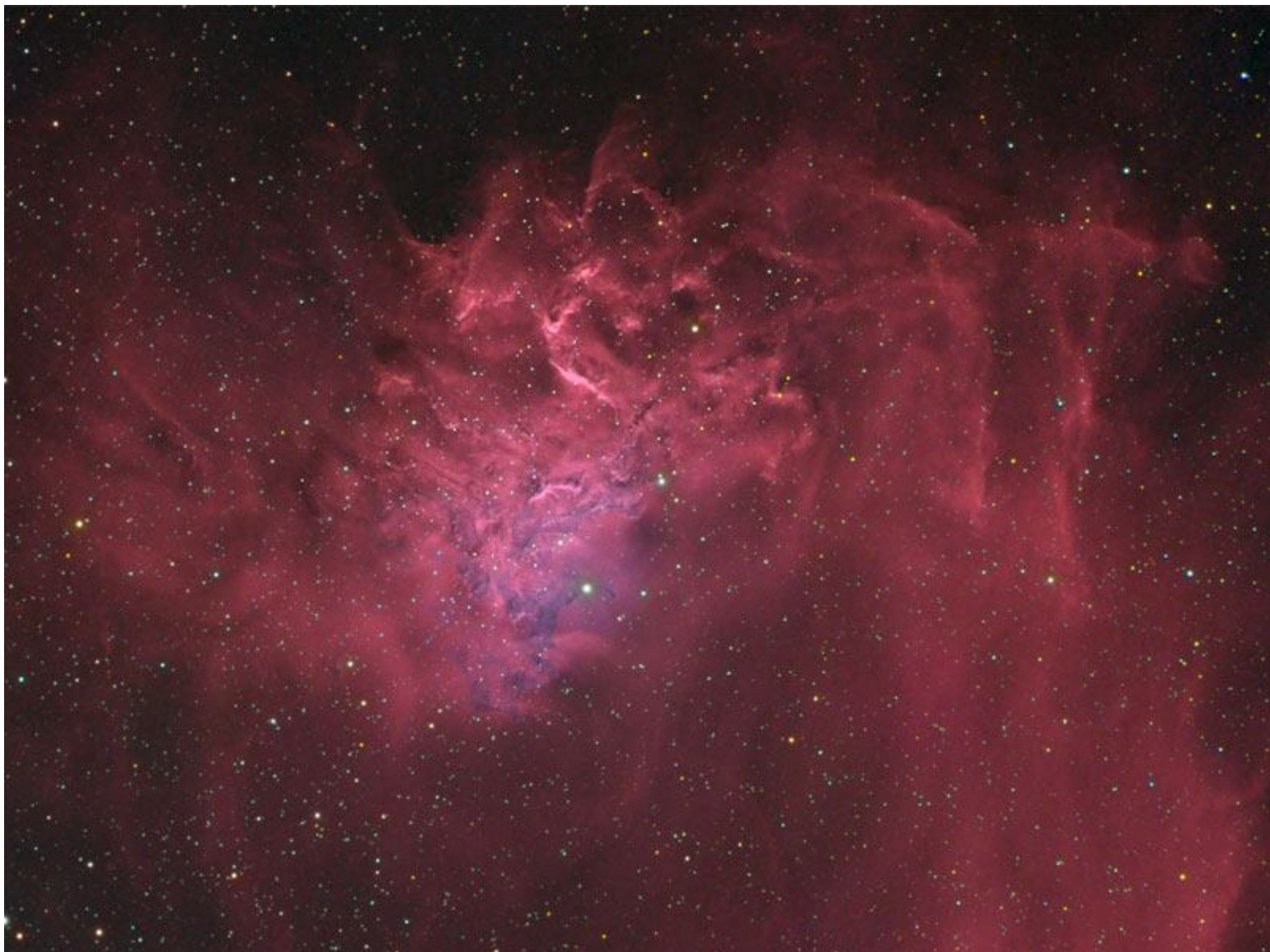


Туманность Конская Голова (рисунок художника). Изображение с сайта <http://shaf2.narod.ru>

Подлинная красота туманности Ориона открывается 150-мм инструменту достаточно редко, в жутко ледяные, но особо прозрачные ночи, когда трескучая стужа, казалось бы, готова заморозить, остановить даже сам небосвод. Тогда широкоугольный, дающий небольшое увеличение окуляр, покажет туманность чуть ли не фотографической красоты. Боковым зрением становятся заметны эти прекрасные арки струящегося газа, из которых самая длинная загибается к самой нижней звезде Меча – 1 Ориона. Слабый отблеск этой дуги у 1 Ориона имеет собственное обозначение по Дрейеру – **NGC 1980**.

Сама же звезда – это не отдельная звезда, а главный член рассеянного скопления **Cr 72** – очередного образчика неведомого ювелира. Вряд ли случайно несколько пар двойных и кратных звездочек спроецировались в этом месте. Опять перед нами очередной пример того, как один культовый объект может затмить своим величием все остальные, находящиеся поблизости. Так что потаенные сокровища стоит искать не только в густом воздухе у южного горизонта, но и возле своих «закадычных знакомых» – объектов, изъезженных вдоль и поперек.

Что ж, на этом закончился Меч, но не закончился Шампур Ориона. Следующим и уже последним объектом в нем является крохотная туманность **NGC 1999**. По сути она является отражательной и подсвечивается очень молодой звездой, еще не вошедшей в фазу стабильного существования – V 380. Эта звездочка настолько юна, что еще не развеяла мощным потоком излучения тот газопылевой кокон, из которого вылупилась. В центральной части свечения этот пылевой мешок проецируется черным пятнышком, поэтому В. Гершель, открывший объект, причислил его к планетарным туманностям. Темное пылевое облачко есть ни что иное, как «глобула Бока» –



насыщенный сгусток холодного газа и пыли, являющихся строительным материалом для новых звезд.

Светящийся диск туманности достаточно концентрирован, чтобы попытаться применить умеренные или даже высокие увеличения. Конечно, наличие яркой звезды способно изрядно подпортить картинку, однако, стоит обратить внимание на то, что не будь этой звезды, туманность тоже исчезнет для нашего взора. Не могу с уверенностью сказать, что мне удалось черное пылевое отверстие, думаю, что 200-мм телескоп должен обозначить его более четко.

Туманности, подобные NGC 1999, можно сказать, избрали созвездие Ориона своим жилищем – настолько их тут много. Это уже упомянутые NGC 1973 и 1975, а также M78, IC 426, 430, 431 и другие – всех не перечислять. И это неудивительно – ведь данное созвездие работает словно заправский небесный роддом. У этого роддома, кстати, есть весьма неординарные питомцы – настолько самостоятельные, что покинули свою колыбель почти сразу после своего рождения.

Речь идет об удивительной звезде AE Возничего. Эта переменная звезда меняла свой блеск в интервале около 0,3^m неправильным образом и не привлекала к себе излишнего внимания. В 1892 г. при фотографировании вспышки новой звезды в этом регионе вокруг AE Возничего обнаружилась диффузная туманность, которая впоследствии получила номер IC 405, а также название «Пылающая звезда». Собственно, пылающей звездой была наша героиня, но каково было удивление, когда выяснилось, что AE Возничего не имеет к туманности IC 405 ровно никакого отношения! Точнее, отношение она имела, поскольку подсвечивала туманность своим излучением, но оказалась в ней она волей случая. Рассчитав движение звезды на основании данных спутника «Гиппарх»,

AE Возничего (ярчайшая звезда на снимке) и туманность IC 405
(Фотография Томаса В. Дэвиса (tvdavisastropix.com))

голландские ученые обнаружили, что около 2,5 млн. лет назад эта звезда загадочным образом была «вышвырнута» из центральной части туманности Ориона, чуть ли не из самой Трапеции. По иронии судьбы AE Возничего оказалась в другой туманности, в той самой, в которую она теперь освещает, и которую мы с вами наблюдаем. Причины же сего катаклизма и в наше время остаются загадкой...

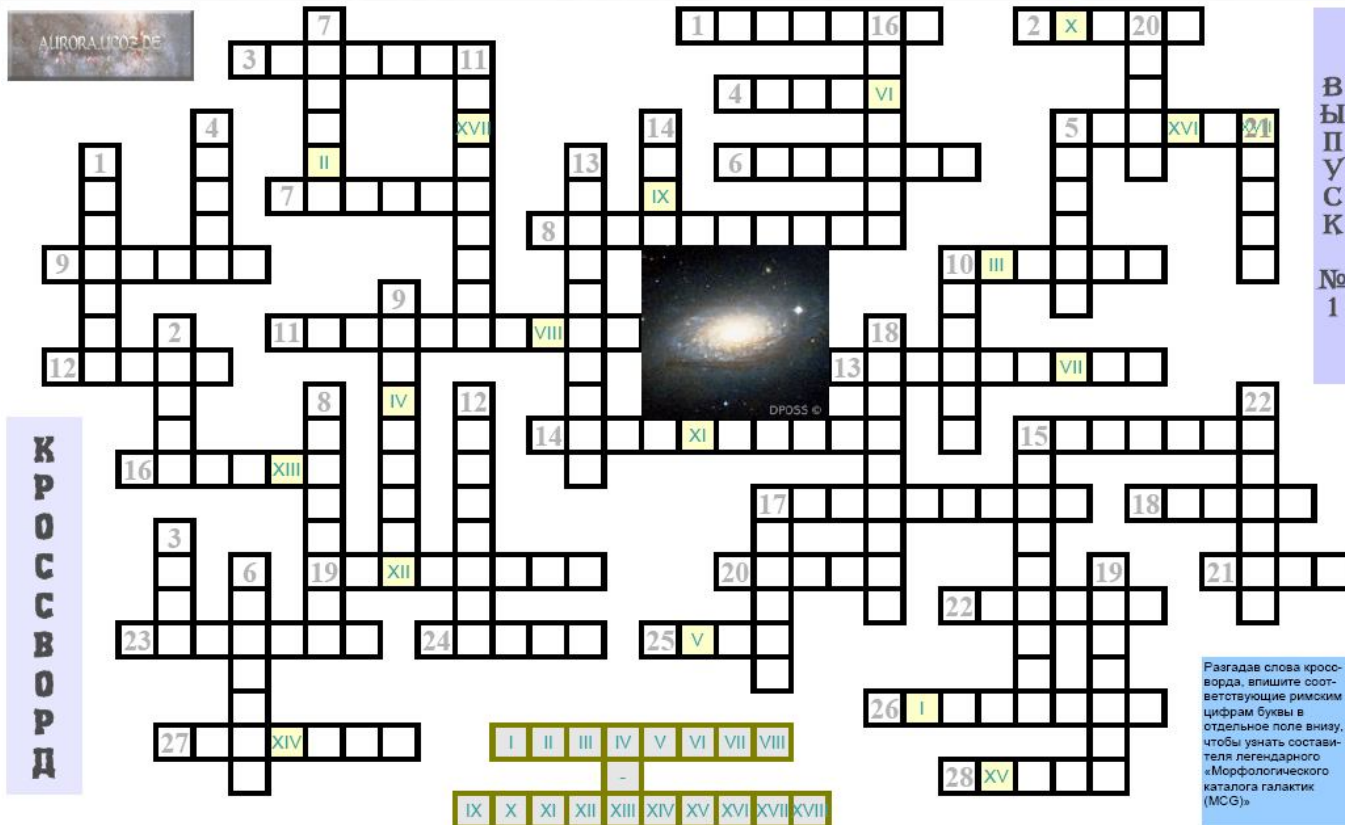
К большому сожалению, туманность IC 405 недоступна для 150-мм инструментов, хотя отдельные наблюдатели сообщают об успехе в ее нахождении при использовании именно шестидюймовых аппаратов. Слишком уж тонким слоем размазано ее сияние по небесной сфере. Даже можно предположить, какие для этого потребуются условия – горная обсерватория, высочайшая прозрачность атмосферы и незаурядный опыт наблюдения дип-скай объектов.

И все же это сожаление – не совсем сожаление, ведь в такие мгновения осознаешь, как много еще осталось «непокоренных вершин» - туманных объектов, которых ты никогда не наблюдал. Может быть, через годик, когда мои заметки подойдут к логическому завершению, я задумаюсь о большем инструменте, и все начнется с начала – с октября. Какие новые сокровища откроются моему взору – остается только мечтать. Ну, а сейчас, темным декабрьским вечером... уж очень аппетитно пахнут булочки с кухни!

Виктор Смагин, любитель астрономии
<http://www.astronomy.ru/forum/>

Специально для журнала «Небосвод»

КРОССВОРД "АСТРОНОМИЧЕСКИЙ"



Разгадав слова кроссворда, впишите соответствующие римским цифрам буквы в отдельное поле внизу, чтобы узнать составителя легендарного «Морфологического каталога галактик (MCG)»

По горизонтали: 1) Единственная американская орбитальная космическая станция. 2) Первый открытый белый карлик. 3) Тёмная газопылевая туманность на фоне светлой туманности или звезды. 4) В этом созвездии находится необычный квазар HE0450-2958, вокруг которого не наблюдается фона содержащей его галактики. 5) Первый человек, вышедший в открытый космос. 6) Древний инструмент для измерения углов на небесной сфере, состоявший из подвижных колец, изображавших различные круги небесной сферы. 7) Первая звезда, у которой было обнаружено движение в пространстве. 8) Ярчайшая звезда одного из экваториальных созвездий, название которой в переводе с арабского означает «счастливейшая из счастливых». 9) Крупнейший кратер на Фобосе. 10) Из этого вымышленного металла состоят корпуса земных космических крейсеров в культовом телесериале «Звёздные врата». 11) Звезда, являющаяся одной из самых больших и самых мощных в нашей галактике. 12) Зеркала из этого металла имеют наилучший коэффициент отражения большого диапазона длин волн электромагнитного спектра. 13) Первый землянин, ступивший на Луну. 14) У этой звезды первой величины визуально обнаружена планета. 15) Одно из первых живых существ, благополучно вернувшихся на Землю после орбитального полёта, чья настоящая кличка была Маркиза. 16) Соединение этого химического элемента с галлием широко применяется в солнечных батареях, работающих в космосе. 17) См. фото. 18) Часть нашей галактики, расположенная в направлении Стрельца. 19) Двойная звезда, с периодом обращения системы около 100000 лет, пара которой состоит из оранжевого гиганта и голубой звезды главной последовательности. 20) Возвращаясь домой из химической лаборатории, он заметил в созвездии Кассиопеи необычайную яркую звезду — сверхновую. 21) Открыт Уильямом Гершелем. 22) Вывел законы движения планет, которые с превосходной точностью объясняли видимую неравномерность их движений. 23) Пепельный свет Луны он первым объяснил как результат попадания на наш естественный спутник солнечного света, отражённого Землёй. 24) Крупнейшее шаровое скопление нашей галактики. 25) Короткопериодическая комета, с которой связан метеорный поток Таурид. 26) Инструмент для определения высот светил, включающий пластину с лимбом в четверть окружности. 27) Яркая планетарная туманность в одном из зодиакальных созвездий. 28) Самое большое по площади созвездие на небесной сфере.

По вертикали: 1) Эта частица есть у атомов гелия, но отсутствует у большинства атомов водорода. 2) Звёздное скопление, упомянутое Гомером в «Илиаде». 3) Наличием соединений этого элемента объясняют красноватые вариации цвета атмосферы Юпитера. 4) После водорода и гелия самое распространенное вещество в атмосферах ледяных гигантов Солнечной системы. 5) Звёздообразующая туманность различима невооружённым глазом в средних широтах Северного полушария. 6) Всемирный оператор спутниковой телефонной связи, орбитальная группировка которого насчитывает 66 аппаратов. 7) Название Утренней звезды у древних греков. 8) Карликовая планета, название которой с языка аборигенов острова Пасхи переводится как «светлый, ясный». 9) Прозвище персонажа эпоса «Властелин колец», которое означает «Вечерняя звезда эльфийского народа». 10) Огромное вулканическое нагорье на Марсе. 11) Оптический инструмент, в котором фокусное расстояние уравнено в трёх точках спектра. 12) Философская концепция, в основу которой положено предположение, что планета Земля представляет собой живое существо. 13) Автор легендарной книги «Astronomie populaire», вышедшей в XIX веке рекордным для того времени тиражом в 100000 экз. 14) По одной из версий, в это созвездие Зевсом была превращена дочь царя Аттики Икария. 15) Это созвездие включает крупную яркую галактику «Серебряная монета». 16) Луна газового гиганта с наибольшей отражательной способностью в Солнечной системе. 17) Созвездие, носящее имя сына смертной царевны Данаи и бога Зевса. 18) Первым достаточно точно измерил длину земного меридиана. 19) Астроном, открывший в 1779 году планетарную туманность M 57 в созвездии Лиры. 20) Созвездие, содержащее наибольшее число звезд ярче второй величины. 21) Самый массивный из астероидов Главного пояса. 22) Спутник вымышленной газовой планеты-гиганта Полифем в системе Альфа Центавра из легендарного к/ф «Аватар».

За правильное решение с пояснениями - приз!

Алексей, любитель астрономии
NGC 5122 на <http://www.astronomy.ru/forum/>

Публикуется с любезного разрешения автора



Избранные астрономические события месяца (время московское = UT + 3 часа)

- 2 декабря - покрытие Луной ($\Phi = 0,77$) планеты Уран при видимости в Арктике,
- 8 декабря - Меркурий в верхнем соединении с Солнцем,
- 8 декабря - долгопериодическая переменная звезда *W Андромеды* близ максимума блеска (6,4m виз.),
- 8 декабря - Юпитер в стоянии с переходом к попятному движению,
- 12 декабря - долгопериодическая переменная звезда *RS Лебеда* близ максимума блеска (6,2m виз.),
- 12 декабря - покрытие Луной ($\Phi = 0,74$) звезды *б Льва* (5,1m),
- 12 декабря - долгопериодическая переменная звезда *R Кассиопеи* близ максимума блеска (6,1m виз.),
- 14 декабря - максимум действия метеорного потока *Геминиды* с часовым зенитным числом 120 метеоров,
- 16 декабря - начало вечерней видимости *Венеры* в средних широтах страны,
- 20 декабря - долгопериодическая переменная звезда *R Зайца* близ максимума блеска (6,1m виз.),
- 21 декабря - Уран в стоянии с переходом к прямому движению,
- 22 декабря - зимнее солнцестояние,
- 22 декабря - максимум действия метеорного потока *Урсиды* с часовым зенитным числом 10 метеоров,
- 28 декабря - долгопериодическая переменная звезда *R Большой Медведицы* близ максимума блеска (6,5m виз.),
- 29 декабря - начало вечерней видимости *Меркурия* в средних широтах,

29 декабря - покрытие Луной ($\Phi = 0,55$) планеты Уран при видимости в Арктике,
30 декабря - покрытие на 5 секунд звезды *TYC 1359-02518-1* (8,8) из созвездия *Весов* астероидом (3754) *Kathleen* при видимости в Европейской части России.

Обзорное путешествие по звездному небу декабря можно совершить вместе с журналом «Небосвод» за декабрь 2008 года (<http://www.astronet.ru/db/msg/1232207>).

Солнце до 18 декабря движется по созвездию *Змееносца*, а затем переходит в созвездие *Стрельца*. Склонение центрального светила к 22 декабря в 02 часа 00 минут по московскому времени достигает минимума (23,5 градуса к югу от небесного экватора), поэтому продолжительность дня в северном полушарии Земли минимальна. В начале месяца она составляет 7 часов 23 минуты, 22 декабря составляет 6 часов 56 минут, а к концу описываемого периода вновь увеличивается до 7 часов 02 минут. Приведенные выше данные по продолжительности дня справедливы для **городов на широты Москвы**, где полуденная высота Солнца почти весь месяц придерживается значения 10 градусов. Наблюдать центральное светило можно весь день, но **нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно обязательно (!) проводить с применением солнечного фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца можно найти в журнале «Небосвод» на <http://astronet.ru/db/msg/1222232>).

Луна начнет движение по декабрьскому небу в созвездии Рыб при фазе 0,67. В первые дни месяца она видна достаточно высоко над горизонтом в вечернее и ночное время. Затем ночное светило поднимается все выше и все ярче освещает ночное небо, не оставляя шансов наблюдать слабые туманности и кометы в любительские телескопы. 2 декабря лунный овал при фазе 0,77 сблизится с Ураном, а в северных широтах будет наблюдаться покрытие планеты. Около полудня по московскому времени Луна пересечет границу с созвездием Овна ($\Phi=0,9$), где пробудет до полуночи 5 декабря, ярко освещая ночное небо. Полнолуние наступит 6 декабря в созвездии Тельца, когда лунный диск будет находиться близ звездного скопления Гиады. Традиционно зайдя в созвездие Ориона 7 декабря, Луна около полуночи 8 декабря перейдет в созвездие Близнецов и будет подниматься максимально высоко над горизонтом. К полуночи 10 декабря фаза ночного светила уменьшится до 0,87, и оно вступит на территорию созвездия Рака, где пробудет до вечера 11 декабря, достигнув созвездия Льва при фазе 0,75. Здесь лунный овал пройдет южнее Юпитера и Регула, посетив очередной раз созвездие Секстана 13 декабря. Пройдя по южной части созвездия Льва, Луна перейдет в созвездие Девы вечером 14 декабря, уже приняв фазу последней четверти. Склонение ночного светила постепенно уменьшается и оно кульминирует уже на средних высотах от горизонта, наблюдаясь по утрам в юго-восточной части неба. Под утро 17 декабря тающий серп при фазе 0,25 пройдет севернее Спики, у утром 18 декабря покинет созвездие Девы, перейдя в созвездие Весов, красуясь на утреннем небе в виде тонкого серпа с фазой около 0,1. 19 декабря Луна пройдет севернее Сатурна при фазе 0,06, а на следующее утро будет красоваться в созвездии Скорпиона левее окольцованной планеты. 20 декабря тонкий серп перейдет в созвездие Змееносца, где пробудет до вечера 21 декабря, когда перейдет в созвездие Стрельца. Здесь Луна примет фазу новолуния через два с половиной часа после зимнего солнцестояния, а затем перейдет на вечернее небо. 22 декабря тонкий растущий серп пройдет севернее Меркурия, а 23 декабря - севернее Венеры. Первое сближение увидеть не удастся, а второе смогут наблюдать жители южных широт страны и ее средней полосы. Утром 24 декабря молодой месяц при фазе около 0,1 покинет созвездие Стрельца, чтобы начать путешествие по созвездию Козерога, где сблизится с Марсом 25 декабря при фазе 0,14. Следующее сближение с планетой произойдет 26 декабря при фазе 0,25 в созвездии Водолея. Это будет Нептун. На следующий день Луна перейдет в созвездие Рыб и, набирая высоту, устремится к Урану, который покроет второй раз за месяц 29 декабря. Это покрытие опять будет доступно лишь жителям северных широт. Луна к этому времени уже примет фазу первой четверти, а планету покроет при фазе 0,55. Вечером 30 декабря лунный овал при фазе 0,71 снова достигнет созвездия Овна, где и завершит свой годичный путь по звездному небу, увеличив фазу до 0,81.

Из больших планет Солнечной системы в декабре будут наблюдаться все, кроме Меркурия.

Меркурий перемещается по созвездию Скорпиона, 3 декабря переходя в созвездие Змееносца, а 14 декабря - в созвездие Стрельца. Практически весь месяц планета не видна. 8 декабря Меркурий проходит верхнее соединение с Солнцем, максимально удаляясь от Земли, а затем переходит на вечернее небо. Но наблюдать планету на фоне вечерней зари можно будет лишь в самом конце года в южных районах страны, когда она достигнет элонгации 12 градусов. В телескоп в это время будет наблюдаться диск с видимыми размерами 5,0", фазой около 0,9 и блеском -0,8m.

Венера весь месяц имеет прямое движение, перемещаясь по созвездию Змееносца до 7 декабря, а затем переходя в созвездие Стрельца. Поиски ближайшей к Земле планеты в бинокль на фоне вечерней зари можно начинать с начала месяца, а невооруженным глазом - с середины декабря. Элонгация Вечерней Звезды за месяц увеличится от 9 до 15 градусов, и к концу года ее можно будет искать на дневном небе. Видимый диаметр планеты увеличивается от 9,9" до 10,3" при фазе около 1,0 и блеске -3,9m. В телескоп можно видеть небольшой белый диск без деталей.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца, 4 декабря переходя в созвездие Козерога и оставаясь в нем до конца года. 27 декабря он проходит в 11 угловых минутах севернее звезды йота Козерога блеском 4,3m. Планета наблюдается вечерами с продолжительностью видимости около трех часов. Блеск планеты придерживается значения +1,0m, а видимый диаметр уменьшается от 5,1" до 4,8". Такие размеры не позволяют вести эффективные визуальные наблюдения поверхности планеты, т.к. детали на ее поверхности практически неразличимы.

Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Льва в 7,5 градусах от Регула (альфа Льва). Прямое движение планеты продолжается до 8 декабря, после чего Юпитер начинает перемещаться попятно. Газовый гигант наблюдается большую часть ночи (в восточной и южной части неба), увеличивая продолжительность видимости за месяц от 10 до 12 часов. Видимый диаметр самой большой планеты Солнечной системы увеличивается от 39,8" до 43,4" при возрастающем блеске от -2,1m до -2,4m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности хорошо видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника также видны уже в бинокль, а в телескоп можно наблюдать тени от спутников на диске планеты. **Идет период покрытий и затмений спутников друг другом!** Сведения о конфигурациях спутников - в данном КН.

Сатурн весь месяц находится в созвездии Весов (в нескольких градусах юго-восточнее звезды гамма Весов с блеском 3,9m), перемещаясь в одном направлении с Солнцем. Наблюдать Сатурн можно на фоне утренней зари у юго-восточного горизонта от полудня в начале месяца и до 2,5 часов - в конце

года. Блеск Сатурна составляет +0,4 m при видимом диаметре около 15,5". В небольшой телескоп можно наблюдать детали поверхности, кольцо и спутник Титан. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 34,7x14,2".

Уран (5,8m, 3,5") перемещается попятно по созвездию Рыб (в 3 гр. южнее звезды дельта Psc с блеском 4,4m) до 22 декабря, после чего принимает прямое движение. Планета наблюдается большую часть ночи (10 - 8 часов). Уран, вращающийся «на боку», легко обнаруживается при помощи бинокля и поисковых карт, а разглядеть диск Урана поможет телескоп от 80мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. При отсутствии засветки планета может быть найдена невооруженным глазом, а лучшие условия для этого будут во второй половине месяца близ новолуния. Спутники Урана имеют блеск слабее 13m.

Нептун (7,9m, 2,3") движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея близ звезды сигма Aqr (4,8m). Планета видна в вечернее и ночное время (в южной, а затем западной части неба) с уменьшающейся продолжительностью видимости от 6,5 до 4,5 часов (в средних широтах). Чем южнее будет пункт наблюдения, тем лучше условия наблюдений. Отыскать Нептун можно в бинокль с использованием звездных карт в [КН на январь](#) и [Астрономическом календаре на 2014 год](#), а диск становится различим в телескоп от 100мм в диаметре с увеличением более 100 крат при прозрачном небе. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

Из комет в декабре, в зависимости от местоположения пункта наблюдения на территории нашей страны, можно будет попытаться найти три небесные странницы блеском 9 - 12m. Самая яркая комета месяца Lovejoy (C/2014 Q2) поднимается к северо-западу по созвездиям Кормы, Голубя и Зайца, и во второй половине месяца станет доступна жителям нашей страны. Блеск ее к концу месяца по прогнозам возрастет до 8,5m, и возможно комета станет доступна даже биноклям под самым красивым созвездием зимнего неба - Орионом. Хвостатая гостья Oukaimeden (C/2013 V5) перемещается на северо-восток по созвездию Весов и Змееносца с блеском около 12m, а ее поиски лучше всего проводить в утренние часы. Комета Siding Spring (C/2013 A1) также движется на северо-восток по созвездиям Змееносца и Змеи при блеске слабее 11m. В начале месяца ее поисками можно заниматься вечером, а во второй половине - утром. Подробные сведения о других кометах месяца (с картами и прогнозами блеска) имеются на <http://aerith.net/comet/weekly/current.html>, а результаты наблюдений - на <http://cometbase.net/>.

Среди астероидов самыми яркими в декабре будут Веста (7,8m - 7,6m) и Геба (8,2m - 8,9m). Веста движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Стрельца. Наблюдается она в вечернее время, но отыскать ее с каждым днем становится все труднее, и уже в первой половине месяца астероид скрывается в лучах вечерней зари. Геба весь месяц

находится в созвездии Эрида (севернее звезды эпсилон Eri с блеском 3,7m, которая знаменита тем, что в середине прошлого века она была одним из первых кандидатов в звезды, на планетах вокруг которой может существовать разумная жизнь). Астероид номер шесть перемещается в северо-западном направлении, имея попятное движение. В первом месяце зимы он является самым удобным для наблюдений среди других астероидов. Карты путей астероидов даны в приложении к КН (файл [mapkn122014.pdf](#)). Сведения о покрытиях звезд астероидами на <http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>.

Из относительно ярких (до 9m фот.) долгопериодических переменных звезд (наблюдаемых с территории России и СНГ) максимума блеска в этом месяце по данным AAVSO достигнут: ST SGR 9,0m (1 декабря), Z CET 8,9m (3 декабря), X AQR 8,3m (4 декабря), RS HER 7,9m (5 декабря), RZ PEG 8,8m (6 декабря), W AND 7,4m (8 декабря), S LIB 8,4m (8 декабря), R ARI 8,2m (9 декабря), Z CYG 8,7m (10 декабря), ST AND 8,2m (11 декабря), RS CYG 7,2m (12 декабря), R CAS 7,0m (12 декабря), U AUR 8,5m (13 декабря), V GEM 8,5m (15 декабря), X CET 8,8m (17 декабря), X NYA 8,4m (18 декабря), Z DEL 8,8m (18 декабря), R LEP 6,8m (20 декабря), S SCL 6,7m (27 декабря), U SER 8,5m (27 декабря), X CAM 8,1m (28 декабря), R UMA 7,5m (28 декабря), X AQL 8,9m (31 декабря). Больше сведений на <http://www.aavso.org/>.

Среди основных метеорных потоков, видимых с территории нашей страны максимума 8 декабря наступит максимум Моноцеротид из созвездия Единорога (часовое число - 2). 11 декабря максимума действия достигнут альфа-Гидриды (часовое число - 2). 14 декабря в 12 часов 00 минут УТ наступит максимум потока Геминиды из созвездия Близнецов с часовым числом, достигающем в зените 120 метеоров! Луна в фазе последней четверти будет мешать наблюдениям во второй половине ночи. 15 декабря на пике активности окажутся Беренициды из созвездия Волос Вероники с часовым числом 3 метеора. 19 декабря Декабрьские Лео-Минориды покажут максимум действия (часовое число - 5). Наконец, 22 декабря максимально проявит себя еще один достаточно сильный поток Урсиды из созвездия Малой Медведицы. Максимум этого потока наступит в 20 часов по всемирному времени, а зенитное часовое число (ZHR) составит 10 метеоров. Луна, близкая к новолунию не будет мешать наблюдениям Урсид. Подробнее на <http://www.imo.net>

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях имеются, например, на http://vk.com/astro_nomy и на форуме Старлаб <http://www.starlab.ru/forumdisplay.php?f=58>.

Ясного неба и успешных наблюдений!

Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты видимых путей по небесной сфере имеются в Календаре наблюдателя № 11 за 2014 год <http://www.astronet.ru>

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 2015 год

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



АСТРОФЕСТ

<http://astrofest.ru>

Два стрельца

<http://shvedun.ru>



Наедине с КОСМОСОМ

<http://naedine.org>

сайт для любителей астрономии и наблюдателей дип-скай 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



большая вселенная

<http://www.biguniverse.ru>

AstroКОТ

Планетарий
Кабинет

Новости _____
Софт _____
Приложения _____
Форум _____
Контакты _____

<http://astrokot.ru>

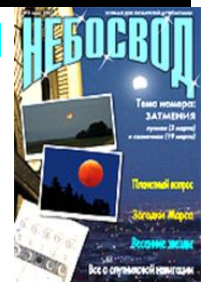
Как оформить подписку на бесплатный астрономический журнал «Небосвод»

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

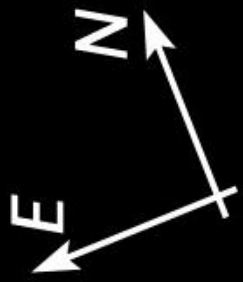
На этот же адрес можно присылать рукописные и отпечатанные на принтере материалы для публикации. Рукописи и печатные материалы не возвращаются, поэтому присылайте копии, если Вам нужен оригинал.

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



Fomalhaut
HST ACS/HRC



No data

Фомальгаут Б

Dust ring

Scattered
starlight
"noise"

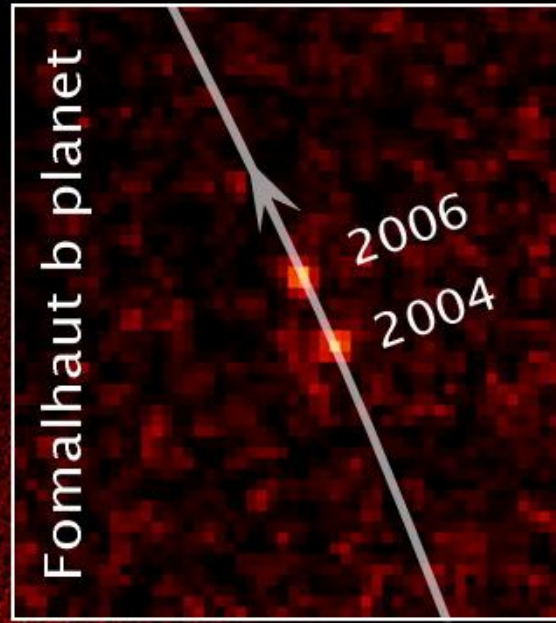


Coronagraph
mask

Location of
Fomalhaut

Background Star

No data



Fomalhaut b planet

2006
2004

Небосвод 12 - 2014

100 AU 13"