

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД



СТАТЬЯ НОМЕРА

**ВНЕСОЛНЕЧНЫЕ
ПЛАНЕТЫ**

**1 '08
январь**



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



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

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

Астрономический календарь на 2006 год (архив - 2 Мб)

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

Астрономический календарь на 2007 год (архив - 2 Мб)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)

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

Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)

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

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

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

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

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

Противостояния Марса (архив - 2 Мб)

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

Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!

КН на январь <http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/03/0001224921/kn012008.zip>

КН на февраль <http://images.astronet.ru/pubd/2008/01/04/0001225454/kn022008.zip>

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

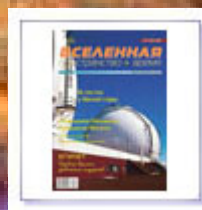
(периодичность 2-3 раза в неделю: новости астрономии, обзор астрономических явлений недели).

Подписка здесь! http://content.mail.ru/pages/p_19436.html

Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с 42-летней историей
<http://ziv.telescopes.ru>



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



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



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



<http://www.popmech.ru>

Архивные файлы журнала «Небосвод»:
Номер 1 за 2006 год http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod_1.zip
Номер 2 за 2006 год http://astrogalaxy.ru/download/Nebosvod_2.zip
Номер 3 за 2006 год http://images.astronet.ru/pubd/2006/11/29/0001218206/nebosvod_n3.zip
Номер 1 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/01/07/0001220142/nebosvod_0107.zip
Номер 2 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/02/01/0001220572/nb_0207.zip
Номер 3 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/02/15/0001220801/nb_0307.zip
Номер 4 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/03/28/0001221352/nb_0407.zip
Номер 5 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/05/07/0001221925/neb0507.zip>
Номер 6 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/05/30/0001222233/neb_0607.zip
Номер 7 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/06/25/0001222549/nb_0707.zip
Номер 8 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/07/26/0001222859/neb0807.zip>
Номер 9 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/08/23/0001223219/neb0907.zip>
Номер 10 за 2007 год <http://images.astronet.ru/pubd/2007/09/25/0001223600/neb1007.zip>
Номер 11 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/10/30/0001224183/neb_1107sed.zip
Номер 12 за 2007 год http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/05/0001224945/neb_1207.zip

НЕБОСВОД

№ 1 2008, vol. 3

Уважаемые любители астрономии!

Разрешите поздравить Вас с Новым 2008 годом! Примите самые лучшие пожелания! Пусть яркие астрономические события и открытия принесут вам радость общения с миром астрономии! Ясного неба, успешных наблюдений, новых телескопов и плодотворных занятий любимой наукой! Самым ярким событием 2008 года, которого с нетерпением ждут все любители астрономии России и СНГ, является, конечно же, полное солнечное затмение 1 августа. Стоит отметить, что после данного затмения следующее хорошо видимое на территории нашей страны полное затмение будет наблюдаться только в 2061 году! Оба лунных затмения этого года будут видны с территории России и СНГ. Полное лунное затмение 21 февраля охватит западную половину страны, но будет видно при заходящей Луне. Частное лунное затмение 16 августа смогут наблюдать жители Европейской части страны и Сибири. За 1,5 часа до начала этого затмения Луна покроет Нептун. Весь год, как и в прошлом году, любителей астрономии будет радовать серия покрытий звездного скопления Плеяды Луной, но самые благоприятные условия для наблюдений будут лишь у покрытия 13 ноября. Об остальных явлениях года вы можете узнать из Астрономического календаря... Первый номер журнала «Небосвод» в 2008 году планировалось выпустить с новым дизайном, но, к сожалению, из-за поломки компьютера дизайнера журнала новый вид журнала появится только в феврале. Тем не менее, уже по обложке январского номера можно увидеть некоторые изменения в лучшую сторону. Редакция журнала, по-прежнему, ждет ваших статей, фотографий и заметок. Пишите о своих занятиях астрономией, делитесь опытом, рассказывайте о наблюдениях на страницах вашего журнала! Все присланные вами материалы обязательно будут опубликованы в последующих номерах.

Искренне Ваши

Александр Козловский

Содержание

- 4 **Небесный курьер** (*новости астрономии*)
- 11 **Как ищут внесолнечные планеты**
Борис Штерн
- 13 **История и перспективы открытий багровых миров или планеты у красных карликов.**
Борислав Славолубов
- 16 **Есть ли жизнь на Gliese 581d?**
Максим Борисов
- 19 **Оптические средства наблюдения неба доступные астроному-любителю**
В.В. Ковалевский
- 27 **Пропавшие звезды**
Алексей Архипов
- 30 **Астрошкола в Жигулях**
Олег Тучин
- 32 **Птолемей и «Альмагест»**
Виталий Александрович Бронштэн
- 36 **Зигзаги лунного перигея**
Александр Кузнецов
- 37 **Небо над нами: ФЕВРАЛЬ - 2008**
- 38 **Полезная страничка**
(список внесолнечных планет)

Обложка: Аналемма в Нью-Джерси <http://astronet.ru>

Аналемма - это похожая на восьмерку кривая, которую можно получить, если отмечать положение Солнца на небе каждый день в одно и то же время в течение года на планете Земля. Эта картинка составлена из 26 отдельных снимков, наглядно показывающих движение Солнца. Этот нелегкий проект был осуществлен в основном в 2006 году. Все фотографии были сняты в 8 часов утра на севере штата Нью-Джерси в США, затем они были объединены при цифровой обработке с единственным снимком пейзажа. Эти изображения можно посмотреть также в виде фильма. Солнцестояния соответствуют верху и низу восьмерки, которые отмечают самое северное и самое южное положения Солнца на небе. Изящная форма аналеммы обусловлена наклоном оси вращения Земли и изменением скорости ее движения по орбите.

Автор: Том Матесон (Guidescope.net) . Перевод: Д.Ю.Цветков

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

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

Редактор и издатель: **Козловский А.Н.** В редакции журнала - **любители астрономии России и СНГ**

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

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

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

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

Сверстано 11.01.2008

© Небосвод, 2008

Итоги 2007 года: СМИ, космонавтика и астрономия

натурально уюкошить свою соперницу), а технический персонал так и норовит совершить какой-нибудь дикий саботаж... Появившаяся было (в предыдущие годы)



Самая яркая комета века.
Изображение с сайта <http://astronet.ru>

В этом году в сферу пристального внимания государственных органов в очередной раз попала отечественная космическая программа. На днях Счетная палата сделала печальный вывод: несмотря на суммарный многомиллиардный оборот зарубежных компаний, созданных при участии российских космических предприятий, доход от их деятельности, поступающий в Россию, практически отсутствует. Многолетние пилотируемые полеты привели разве что к бурному развитию российской космической медицины. С трудом продвигающееся строительство МКС, полеты старомодных "Союзов" с новомодными космическими туристами, бесконечные и ни к чему не обязывающие прожекты, спутниковые эксперименты с рачками и дрожьюфилами и наземные эксперименты по имитации полета на Марс многим в нашем обществе уже не кажутся достаточно яркими на фоне удручающих аварий с ракетносителями и общей стагнации космической отрасли. Год пятидесятилетия первого полета искусственного спутника Земли, столетия со дня рождения Королева и 150-летия со дня рождения Циолковского предварялся странными инициативами - вывозом в космос Божественного Креста Господня и обещанием отправить в космос депутата от Единой России...

Впрочем, на Западе с пилотируемой космонавтикой ничуть не лучше. Американские шаттлы в космос теперь, слава богу, снова летают, однако все эти "старички" просто доживают свой долгий век, готовясь уйти на покой. В ходе каждого очередного такого полета подновленного "челнока" весь мир, затаив дыхание, ждет новой страшной катастрофы, их старты многократно откладываются, и один скандал следует за другим... В настоящее время старт очередного шаттла отложен по техническим причинам на январь будущего года. Астронавтов при этом обвиняют то в пьянстве, то в отсутствии элементарного психологического контроля за своими действиями (достаточно вспомнить громкий процесс над астронавткой, собравшейся

призрачная надежда на неких космических "частников", намеревавшихся вывести космическую отрасль из трясины застоя и кризиса (путем создания здоровой конкуренции) меркнет на фоне целого ряда удручающих катастроф (даже с человеческими жертвами)... случившихся уже у "частников" опять же в этом году... Как при столь плачевном состоянии космической отрасли человечество надеется решить свои нынешние и будущие проблемы (вроде борьбы с астероидной опасностью или "наступающим на пятки" глобальным потеплением) - неясно. И как это вяжется с планами (самых различных государств) заселить Луну или же совершить пилотируемый полет на Марс - неясно также. Попытка привлечь "частников" к разработке космического лифта - т.е. такой чудесной альтернативе малоэкономичным и опасным ракетам - на протяжении второго года подряд оканчивается большим "пшиком" - спектакли с участием самодеятельных студенческих команд и легко рвущихся "сверхпрочных привязей" в этом году остались уже практически незамеченными отечественной прессой, несмотря на солидный призовой фонд (так и не перекочевавший, впрочем, в карманы претендентов). Теперь хорошие новости. Минувший год ознаменовался новыми успехами в деле исследований Солнечной системы, проводимых с помощью автоматических межпланетных станций и роботов-вездеходов. Американские марсоходы, с позапрошлого года путешествующие по Красной планете, бьют все мыслимые рекорды и находят все новые доказательства того, что на Марсе когда-то было большое количество воды, а стало быть, возможно, существовала и жизнь. Из космоса вездеходы-геологи получают поддержку от целого флота орбитальных аппаратов, составляющих карты Марса с потрясающим разрешением. В системе Сатурна неутомимый "Кассини" облетает спутник за спутником и делает открытие за открытием. Особенно интересен земным ученым крупнейший спутник Сатурна Титан, покрытый плотной атмосферой, поскольку там также в принципе может зародиться жизнь, и небольшой Энцелад с "гейзерами", вздымающимися из-под ледяного панциря, над загадкой которых бьются сейчас многие планетологи. Настоящее соревнование развернулось в этом году между целым рядом государств, пославших своих "картографов"

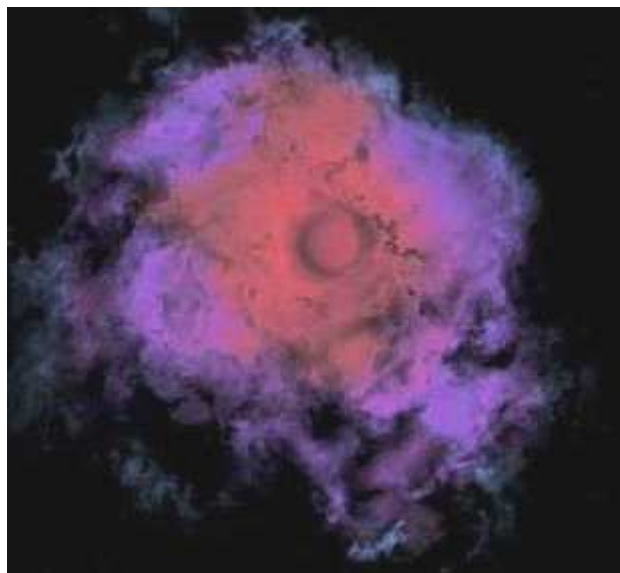
на окололунную орбиту. В самом разгаре были исследования Венеры, причем, напомним, европейский зонд к "Утренней звезде" был запущен с Байконура российским ракетоносителем, и целый ряд приборов на этом зонде был создан с участием российских специалистов. Еще целый ряд аппаратов занимается в это время исследованием земной магнитосферы, геофизическими исследованиями и, наконец, исследованиями Солнца. К ближайшей к Солнцу планете - Меркурию - продолжает двигаться американская межпланетная автоматическая станция Messenger, которая выйдет (впервые в истории) на орбиту вокруг этой планеты в следующем году. Накануне этого события ученые у нас и за рубежом проводят новые исследования этой планеты. Установлено, например, наличие у Меркурия жидкого ядра. Самая дальняя планета Солнечной системы (уже не "полноценная" планета, а всего лишь "карликовая") - Плутон - также не осталась без внимания. К ней летит еще одна американская АМС (использовавшая для разгона российские двигатели) - "Новые горизонты". Впрочем, она долетит еще очень и очень нескоро - к лету 2015 года. Пока же "Новые горизонты" тренируются на том, что им попадается по пути. Например, в системе гиганта-Юпитера им удалось снять уникальное мощное извержение вулкана на небольшом спутнике Ио. Помимо собственно Плутона "Новые горизонты" должны будут изучить еще какой-нибудь объект пояса Койпера (то есть астероидного пояса, первым обнаруженным объектом которого стал Плутон). Последние годы открытия в этом поясе сыплются как из рога изобилия - удалось найти небесные тела, сопоставимые или даже превышающие по массе и размерам сам Плутон! В этом году удалось уточнить размеры карликовой планеты, посрамившей "бога подземного царства" (она получила наименование Эриды или Эрис). Из пояса Койпера и из более далекого облака Оорта к нам (во внутреннюю часть Солнечной системы) время от времени наведываются кометы. В этом году самой удивительной "небесной страницей", безусловно, нужно признать комету Холмса, чья светимость неожиданно превысила все ожидания астрономов. Тайны внешней части Солнечной системы не ограничиваются одними лишь ледяными глыбами. Где-то на самой границе Солнечной системы, там, где межзвездная среда сталкивается с солнечным ветром с "вмороженными" в него магнитными полями, образуется зона ударных волн, которую последовательно пересекают удаляющиеся от нас американские космические аппараты, посланные еще много десятилетий назад - "Вояджеры" и "Пионеры" (в настоящий момент границу пересекает второй "Вояджер"). В существовании этой ударной волны уже никто не сомневается, а вот так называемая "аномалия "Пионеров" и в этом году оставалась поводом для жарких споров. Неясно, какими именно причинами вызываемый эффект "торможения" космических аппаратов, посланных с Земли, расследуют теперь со всей возможной тщательностью. Помимо комет, в Солнечной системе есть другие "нарушители" спокойствия - астероиды и метеориты. В следующем году будет отмечаться ровно сто лет со дня падения знаменитого Тунгусского метеорита, а в этом году итальянским геологам, возможно, удалось найти наконец долгожданный кратер - он представляет собой небольшое озеро. Подобные кратеры заставляют землян задуматься об опасности падения астероидов на нашу планету в будущем. Группе исследователей удалось впервые оценить, какие страны в случае падения астероидов будут самыми уязвимыми. Наблюдения за самыми опасными из астероидов проводятся из года в год. Одним из самых опасных в настоящий момент считается Апофис (2004 MN₄). По последним оценкам, вероятность того, что он упадет на Землю в 2036 году (после предварительного гравитационного взаимодействия с ней в 2029-м), достаточно велика для того, чтобы уже сейчас разрабатывать технологии спасения от этой напасти. Уже в декабре мы узнали о существовании астероида 2007 WD₅, по размерам сопоставимого с предполагаемым "Тунгусским феноменом"), который может столкнуться с Марсом через месяц, в конце января 2008 года. Если это произойдет, то наблюдения получившейся вспышки будут доступны даже астрономам-любителям. Наверняка это станет им прекрасным подарком. Кстати, на днях 2009 год назван

Годом астрономии, и не кем-нибудь, а весьма уважаемой организацией - ООН. Поводом к этому послужила деятельность еще одного "астронома-любителя" - итальянца Галилео Галилея, который 400 лет назад направил в небо свой первый телескоп, позволивший ему отыскать пятна на Солнце, горы на Луне и спутники у Юпитера... В результате всех этих выдающихся открытий в сознании людей произошел настоящий переворот. Одной из первых жертв этого переворота стал сам Галилей, отважившийся конфликтовать с Церковью и в результате всего этого обреченный провести остаток своих дней под домашним арестом. Незадолго до суда над Галилеем был сожжен на костре Инквизиции другой ученый (и еретик) - Джордано Бруно, который верил в существование множества обитаемых миров. Вероятно, он был бы рад узнать, что четыре столетия спустя астрономам удалось обнаружить сотни экзасолнечных (инозвездных) планет, и темпы открытия этих экзопланет из года в год только увеличиваются. В самом конце 2006 года на околоземную орбиту (опять же с помощью российского ракетоносителя с Байконура) был выведен настоящий "охотник за экзопланетами" COROT. И в текущем году он успел уже совершить свои первые открытия. В этом году впервые удалось не только отыскать планету у "нормальной" звезды (красного карлика Gliese 581), масса которой может равняться всего 5 массам Земли, но и показать, что подобные "суперземли" попадают и в так называемую "обитаемую зону" возле своей звезды, то есть на них может существовать вода в жидком виде, а стало быть и вероятная жизнь... Кроме того, астрономы обнаружили планетную систему (у звезды 55 Cancri), содержащую рекордные пять планет, нашли планеты у необычайно древней и "чистой" звезды (содержащей мало "металлов" - элементов тяжелее водорода и гелия) и отыскивали совсем крохотные планетные системы... Все это доказывает, что наличие собственной планетной системы среди звезд - явление очень распространенное, а чем больше таких планет - тем вероятнее присутствие на одной из них жизни или даже разумной жизни. К сожалению, возможностей детально обследовать все эти экзопланеты у нас пока нет, поэтому в 2007 году получили столь большое распространение теоретические исследования внутреннего состава, моделирование тектонической активности и климата планет, расположенных в иных звездных системах. Также большую популярность получила разработка новых моделей образования планетных систем. К сожалению, сигналов от каких-либо внеземных цивилизаций так до сих пор принять и не удалось. Но в 2007 году появилась новая надежда на это, ведь "на дежурство" заступает теперь новый специализированный радиотелескоп для поиска сигналов от таких цивилизаций, построенный на деньги одного из основателей компании Microsoft, миллиардера и филантропа Пола Алена. Помимо поиска сигналов от ВЦ, этот радиотелескоп (благодаря своей уникальной конструкции) будет использоваться и для других, более "прозаических" вещей. Астрономия в настоящее время становится всеволновой, она учится регистрировать и разного рода экзотические частицы, несущие информацию о процессах, доселе скрытых от взглядов ученых. В 2007 году свое первое значительное открытие сделала Обсерватория имени Пьера Оже, построенная на плоскогорье на западе Аргентины. Удалось выявить анизотропию среди космических лучей ультравысоких энергий. А это говорит о том, что их источником, скорее всего, являются окрестности сверхмассивных черных дыр в центрах ближайших галактик. Результат, конечно же, носит предварительный характер и нуждается в подтверждении. Более того, другие научные группы уже пытаются его опровергнуть. Однако в том случае, если дальнейшее накопление данных по космическим лучам подтвердит вывод коллаборации Оже, то 2007 год навсегда будет связан с этим прорывом в физике космоса. При всей своей невидимости и неосязаемости космические лучи могут играть очень большую роль в формировании земного климата, могут нести ответственность за циклы глобальных потеплений и оледенений нашей планеты. Впрочем, об этом еще также ведутся жаркие споры. Между тем на Южном полюсе в финальную стадию входит строительство гигантского детектора нейтрино IceCube. И первые данные

аппарат получает уже прямо сейчас. Не забыт и оптический диапазон. В июле состоялось официальное открытие испанского Большого канарского телескопа (до конца еще также не готового). Ближе к завершению строительство очень большого телескопа в Чили, которое ведется силами европейских специалистов. Благодаря стараниям американского космического "охотника за гамма-всплесками" Swift наступила новая эпоха в гамма-астрономии. Ученые ломают голову над механизмами, порождающими взрывы сверхновых рекордной мощности (в 100 миллиардов раз ярче Солнца). В текущем году было обнаружено также и новое таинственное космическое явление - мощный одиночный радиовсплеск, докатившийся до Земли с расстояния порядка трех миллиардов световых лет. Масштабы этого открытия уже сравнивают с обнаружением в 1970-х гг. гамма-всплесков. Определенного прогресса удалось достичь в исследованиях наиболее экзотичных объектов нашей Вселенной - нейтронных звезд и черных дыр. Это касается как теоретических исследований (показано, например, что так называемые кротовые норы могут оказаться двойниками черных дыр), так и новых наблюдательных данных. Не исключено, что удалось, наконец, обнаружить мифические черные дыры промежуточной массы. А среди черных дыр звездного размера установлены новые рекорды. Черная дыра из близкой карликовой галактики IC 10 (созвездие Кассиопеи, 1,8 млн световых лет) масса которой в 24-33 раза превышает массу нашего Солнца, теперь считается самой массивной черной дырой из всех, известных науке. Обнаружен также новый класс активных галактических ядер, основу которых составляют сверхмассивные черные дыры, а также галактика, которая посредством своей черной дыры буквально расстреливает своего галактического спутника. Очень интересные и неожиданные результаты получают научные группы, занятые изучением глобальной структуры окружающего нас космоса - начиная от ближайшего окружения Млечного пути и заканчивая всей видимой частью Вселенной. Пытаясь найти ответы на вопросы по поводу общего движения нашей Галактики, ее спутников - Магеллановых облаков (которые могут оказаться вовсе не спутниками, а так - "мимо пробегал"), других компонентов Локальной группы, включая Туманность Андромеды и Треугольник, астрономы выявляют существование новых таинственных невидимых объектов, пустот и т.д. Теоретические исследования позволили ответить на вопрос о вероятной дальнейшей судьбе Солнца после образования так называемой Млечномеды - то есть результата слияния двух крупнейших объектов нашей Локальной группы - Млечного пути и Андромеды. Год за годом ученые пытаются предсказать и судьбу всей Вселенной. Физики-теоретики Лорис Бом и Пол Фрамpton придумали новую и весьма экзотическую модель вечно пульсирующей Вселенной. Продолжается также исследование темного вещества и темной энергии. Сама Вселенная оказалась "дырявой". Между тем счастливая случайность позволила астрономам разглядеть самую мелкую из дальних галактик... Продолжается строительство Большого адронного коллайдера (LHC), обещающего раскрыть некоторые жгучие тайны устройства материи. К сожалению, в процессе этого строительства возникают некоторые непредвиденные сложности. Тем временем далеко не лучшие свои времена переживает теория суперструн - самый первый кандидат на Великое объединение - и появляются новые теории. Например, так называемая Исключительно простая теория всего на свете. Все настойчивее наука ищет ответ на вопрос об истоках жизни. Некоторые важные аспекты добиотической истории развития жизни в этом году удалось, наконец, прояснить. Между тем определенную подпитку получила и теория, конкурирующая с наиболее авторитетной теорией развития жизни на Земле. Мы имеем в виду теорию панспермии. А немецкие ученые собираются искать иные формы псевдожизни - некие самореплицирующиеся вихри - даже в кольцах Сатурна... Очень интересно было бы получить достоверный ответ на вопрос о том, какие условия царили на древнейшей Земле, как менялся химический состав ее атмосферы и океанов, когда возникло магнитное поле и проявила себя тектоника плит, какую роль во всем этом играли первые формы жизни. Геологи и вулканологи

рассмотрели новые нюансы взаимодействия земных недр с Луной: оказалось, что приливы способны провоцировать необычного типа землетрясения. А еще в этом году выяснилось, что под американским Йеллоустонским национальным парком набирает силу супервулкан... И за пределами наших обзоров остались попытки новаторского сверхглубокого бурения, исследования Арктики и Антарктиды...

Первые звезды душит темное вещество



Нелегкая жизнь первых звезд.
Изображение с сайта <http://www.grani.ru>

Группа американских физиков высказала предположение, что первые звезды в нашей Вселенной оказывались столь глубоко "завязшими" в облаках из темного вещества, что не способны были зажечься. Если эта гипотеза будет подтверждена, то современной космологии грозит радикальный пересмотр прежних теорий о звездном развитии и формировании черных дыр вскоре после Большого взрыва. Соответствующая статья публикуется в ближайшем выпуске авторитетного журнала *Physical Review Letters* (PRL).

В настоящее время большинство астрономов придерживается мнения, согласно которому нынешняя структура Вселенной сложилась в ходе формирования наблюдаемых объектов (звезд, галактик, квазаров, газопылевых облаков) в местах скопления темного вещества (то есть таинственной материи, общая масса которой раз в шесть превышает массу барионного (видимого) вещества, однако попытки обнаружить эту материю непосредственным образом пока остаются безуспешными). Предполагается, что скопления темного вещества служили в те давние времена (13 миллиардов лет назад) своеобразным гравитационным каркасом, вдоль которого сжимающиеся коллапсирующие облака газообразного водорода и гелия превращались в звезды и галактики первых поколений.

Однако теперь исследователи, возглавляемые физиком Паоло Гондоло (Paolo Gondolo) из Университета Юты (University of Utah) в Солт-Лейк-Сити, представили несколько иной сценарий. Согласно их вычислениям (которые пока еще не проверены полноценным компьютерным моделированием), эволюция звезд и галактик в те давние времена на какой-то срок была изрядно заторможена (этот период мог длиться 80-100 миллионов лет после Большого взрыва). Частицы, которые теперь считаются одним из наиболее вероятных кандидатов в темное вещество - нейтралино (*neutralinos*), - взаимодействуя друг с другом, порождая взаимно

аннигилирующие кварки и антикварки и нагревая тем самым облака газа, формирующие звезды, препятствовали их уплотнению (до такой степени, чтобы могли зажечься первые ядерные реакции синтеза гелия из водорода). Парадокс состоит в том, что протозвезды, которые в будущем станут раскаленными объектами, изначально должны формироваться из холодных газовых облаков.

Таким образом, звезды оставались темными и холодными в течение довольно продолжительного промежутка времени, при этом они были гораздо крупнее, чем любые современные звезды - их поперечник мог составлять от 4 до 2000 астрономических единиц (1 а.е. - это 150 миллионов километров). Не исключается также и то, что эти гигантские темные звезды существуют где-то до сих пор. Если это так, то астрономы могли бы "поохотиться" на этих выживших экзотов, отыскивая характерное гамма-излучение, потоки нейтрино или даже античастицы (позитроны и антипротоны), исторгаемые аномальными межзвездными и межгалактическими облаками газообразного водорода. Отыскав подобные объекты, можно "заодно" найти и идентифицировать неуловимое темное вещество.

Гондоло признается, что хотел первоначально назвать новые гипотетические объекты "коричневыми (бурыми) гигантами" ("brown giant") - по аналогии с коричневыми карликами, то есть звездами, в 13-75 раз превосходящими по своей массе Юпитер, - однако соавторы настояли на другом названии: "темные звезды" ("dark stars"). Их вдохновила композиция "Dark Star", исполняемая с 1967 года рок-группой The Grateful Dead. Темные звезды должны состоять главным образом из обычного вещества в форме молекул водорода и гелия, однако выглядеть при этом непомерно "разбухшими" и излучать в инфракрасном (тепловом) диапазоне. В связи с этим определенные надежды Гондоло возлагает на космический телескоп "Хаббл" (Hubble Space Telescope) и на его будущего преемника, космический телескоп имени Джеймса Вебба (James Webb Space Telescope), работающий именно в инфракрасном диапазоне.

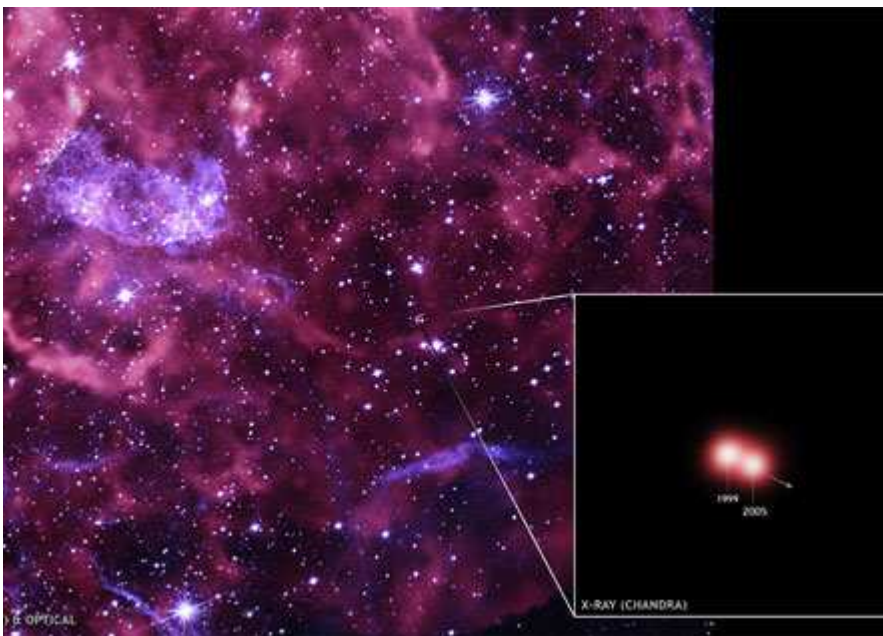
Интересно, что темные звезды могут объяснить чрезвычайно быстрое появление крупных черных дыр в ранней Вселенной (они существовали спустя уже несколько сотен миллионов лет после Большого взрыва, а все современные модели показывают, что такие объекты должны были появиться гораздо позже). Впрочем, для этого нужно лучше изучить возможную эволюцию подобных образований - обращаются ли они со временем в обычные звезды, остаются самоподдерживаемыми "черными звездами" или же, испытывая коллапс, превращаются в черные дыры.

Впрочем, не все астрономы с энтузиазмом восприняли новую концепцию. Так, известный ученый Абрахам Лёб (Abraham Loeb) из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics - CfA, Кембридж, штат Массачусетс) считает, что идея Гондоло опирается на весьма сомнительные предположения, реальное темное вещество совсем не обязательно будет концентрироваться в достаточных количествах (даже в пределах сверхгигантских звезд) для того, чтобы произвести предложенные эффекты.

Самая быстрая жертва взрыва

С помощью космической рентгеновской обсерватории "Чандра" (Chandra X-ray Observatory) американские астрономы сумели обнаружить одну из самых быстро движущихся звезд нашей Галактики. "Скорострел" бросает вызов современным теориям, призванным

объяснить процессы звездного разгона. Обозначение необычного объекта - RX J0822-4300. Это нейтронная звезда, сформировавшаяся в ходе взрыва сверхновой Puppis A (в южном созвездии Корвы), случившегося приблизительно 3700 лет назад. Три серии наблюдений "Чандры" (с декабря 1999 г. по апрель 2005 г.) позволили ясно связать нейтронную звезду с эпицентром взрыва. Однако скорость RX J0822-4300 даже по уточненным данным оказалась совершенно невероятной - 3 миллиона миль в час (свыше 4,8 миллиона километров в час). Двигаясь с такой скоростью, нейтронная звезда за миллионы лет неизбежно покинет Галактику (публикация в "Астрофизическом журнале" (Astrophysical Journal - ApJ)).



Самая быстро летящая нейтронная звезда.
Изображение с сайта <http://www.grani.ru>

"Эта нейтронная звезда получила билет на вылет из Галактики, - говорит один из соавторов исследования Роберт Петр (Robert Petre) из Центра космических полетов NASA имени Годдарда (Goddard Space Flight Centre - GSFC, штат Мэриленд). - Астрономы наблюдали и другие звезды, выброшенные из Млечного пути, однако лишь немногие из них имели сопоставимую скорость".

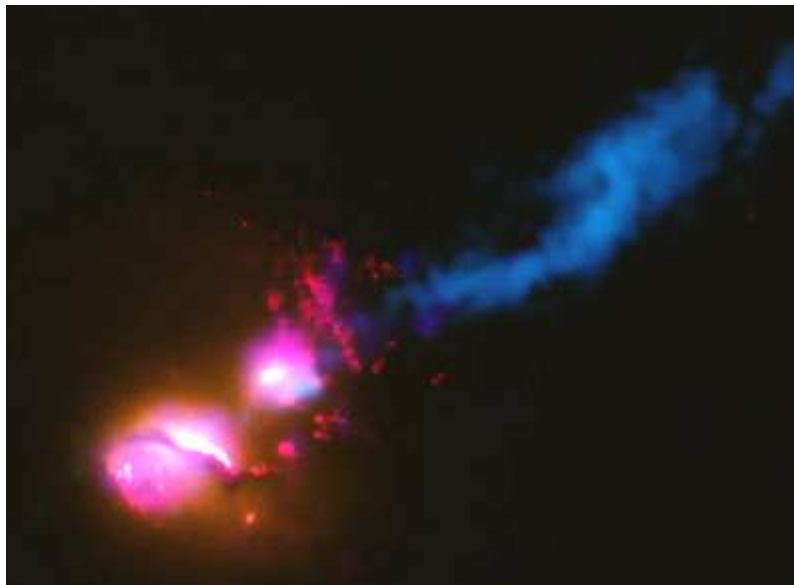
Хотя звезда по нашим человеческим меркам перемещается чрезвычайно быстро, ее движение с расстояния порядка семи тысяч световых лет заметить не так-то просто. Это оказалось по силам лишь космическим обсерваториям, способным отслеживать столь малые угловые смещения. Еще один соавтор исследования, Фрэнк Винклер (Frank Winkler) из Колледжа Мидлбери (Middlebury College, штат Вермонт), сравнивает длину пути звезды за пять лет наблюдений с высотой цифр в дате на пенни, видимом с расстояния в 100 ярдов.

Нужно отметить, что скорость RX J0822-4300 не является абсолютным рекордом. Однако причина разгона других рекордных "торопы", получивших наименование "гиперскоростных звезд" ("hypervelocity stars"), совершенно иная. Обычно они изгоняются из галактики в результате взаимодействия со сверхмассивной черной дырой, расположенной в галактическом центре (черная дыра может действовать как своего рода "гравитационная рогажка"), а не в результате взрыва сверхновой, как RX J0822-4300. Изучая полученные ими данные, астрофизики делают заключение, что взрыв был асимметричным, нейтронная звезда в результате испытала так называемый "кик" (толчок) в одном определенном направлении, ну а все остальные продукты взрыва ("обломки") получили толчок в противоположном направлении и теперь смещаются навстречу звезде.

Как правило, для земных наблюдателей нейтронные звезды проявляются в виде пульсаров, однако RX J0822-4300 относится к немногочисленному классу молодых

нейтронных звезд, наблюдаемых в остатках сверхновых за счет теплового излучения (в рентгеновском диапазоне), и при этом не проявляет никакой радиопульсарной активности - и это тоже редкость. Головокружительная скорость нейтронной звезды Puppis A пытаются теперь объяснить необычно энергоемким взрывом, однако и на этом пути остаются пока большие сложности. Еще прежде были сообщения о пульсарах, движущихся со скоростями свыше 1500 км/с, однако эти скорости измерены только косвенными способами, основанными на наблюдениях эффектов, возникающих при быстром движении пульсаров сквозь газовые облака.

Черная дыра расстреливает соседнюю галактику



Система галактик 3C321. Составное изображение: X-гау: NASA/CXC/CfA/D.Evans et al.; Optical/UV: NASA/STScI; Radio: NSF/VLA/CfA/D.Evans et al., STFC/JBO/MERLIN

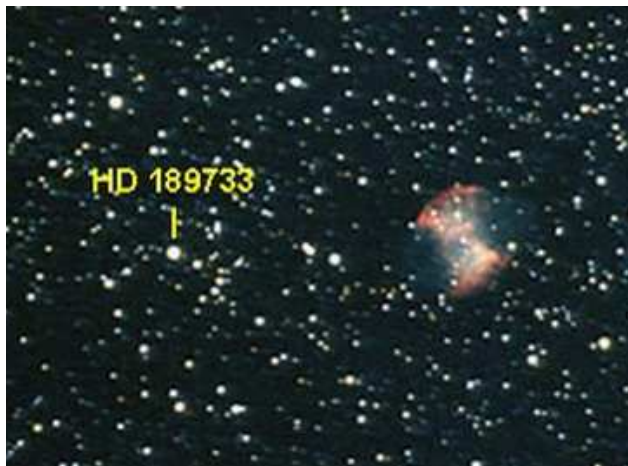
Это составное изображение системы галактик 3C321 из скопления Abell 400 (1,4 миллиарда световых лет, созвездие Змеи) позволяет рассмотреть струю (джет), порождаемую сверхмассивной черной дырой в центре одной из галактик, "чиркающую" по краю соседней галактики. Подобное взаимодействие было обнаружено впервые. Для получения этой картинке были объединены данные от телескопов, работающих в нескольких различных диапазонах. Рентгеновское излучение было зарегистрировано космической обсерваторией "Чандра" (Chandra, фиолетовый цвет), оптический диапазон и ультрафиолетовые лучи представлены данными от "Хаббла" (Hubble, красный и оранжевый), а за радиодиапазон здесь отвечает Радиотелескоп с очень большой базой (Very Large Array (VLA) radio telescope) в Нью-Мексико (США) и MERLIN (Multi-Element Radio Linked Interferometer Network, Великобритания, голубой цвет). Именно голубым цветом окрашена струя от более крупной галактики (внизу слева), которая ударяет в спутниковую галактику (правее и выше). Струя сталкивается с галактикой-компаньонкой, разрушается и отклоняется (подобно потоку воды, бьющему из брандспойта и сталкиваемому под углом со стеной) - яснее это можно рассмотреть на http://chandra.harvard.edu/photo/2007/3c321/3c321_illustration.jpg (публикация о новом исследовании запланирована в начале 2008 года в "Астрофизическом журнале" - Astrophysical Journal (ApJ)). Снимок в рентгеновском диапазоне от "Чандры" свидетельствует о том, что каждая из этих галактик содержит в своем центре быстрорастущую сверхмассивную черную дыру. Изображение в видимом свете от "Хаббла"

демонстрирует теплое оранжевое сияние звезд в каждой галактике. Яркие радиопятна от VLA и MERLIN указывают места, где струя сталкивается с веществом меньшей галактики, находящейся примерно в 20 тысячах световых лет от своей хозяйки, рассеивая часть этой своей энергии (расстояние сопоставимо с дистанцией, отделяющей Солнце от центра Млечного пути). Еще более обширное радиопятно, обнаруженное VLA (на фотографии, полученной с гораздо большим полем обзора) показывает, что струя простирается далеко за пределы галактик, на расстояние приблизительно в 850 тысяч световых лет. Данные по ультрафиолетовому излучению от "Хаббла" демонстрируют наличие обширных количеств теплового и горячего газа возле галактик, что указывает не только на присутствие сверхмассивных черных дыр в обеих галактиках, но и заставляет говорить о не менее бурном прошлом всей этой системы (следствие критического сближения двух "звездных островов"). Дополнительные данные от "Чандры", "Хаббла" и "Спитцера" (Spitzer Space Telescope, инфракрасный диапазон), которые не нашли своего прямого отражения на этой картинке, позволили сделать заключение о том, что галактики обращаются одна вокруг другой по часовой стрелке (как это наблюдается с Земли). Все это подразумевает, что галактика-компаньонка лишь совсем "недавно" оказалась на пути релятивистского джета, струя в нее, скорее всего, ударила менее миллиона лет назад (что сравнимо со временем, за которое свет мог пройти путь до наблюдаемого конца струи). Этот относительно короткий космический временной интервал, что делает такое событие чрезвычайно редким явлением. Впрочем, печалиться по поводу редкости подобных явлений могут только удаленные наблюдатели, для самих возможных обитателей этих галактик близость катаклизма грозит страшной бедой: потоки высокоэнергетичного излучения могут нанести непоправимый ущерб атмосферам любых планет даже в соседней галактике, которая лежит на пути струи-джета. Ведущий автор исследования Дэниел Эванс (Daniel Evans) из американского Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics - CfA) пояснил, что гамма-излучение фатально скажется на озоновом слое обитаемой планеты, вставшей на пути такого пучка. Стерилизация планеты произойдет за считанные годы или даже месяцы. Наша Земля, конечно, тоже попадает в "зону действия" джетов от некоторых удаленных сверхмассивных черных дыр (наблюдаемых в таком случае у нас как "блазары" - "blazars"), однако это уже совсем другая история - расстояния в миллионы или миллиарды световых лет оказываются достаточной гарантией того, что эти выбросы станут совершенно безопасными.

Впервые зарегистрирован свет, отраженный от экзопланеты

Международная группа астрономов, которую возглавляла наша соотечественница, профессор Светлана Бердюгина из Цюрихского астрономического института (ETH Zurich's Institute of Astronomy, Швейцария), впервые сумела обнаружить и изучить компоненту видимого света, рассеянного в атмосфере экстрасолнечной планеты (ранее удавалось уловить лишь излучение инфракрасного диапазона). Используя поляризационные фильтры, группа сумела выделить поляризованный свет и тем самым увеличить контрастность отраженных от экзопланеты звездных лучей, обычно бесследно растворяющихся в общем световом потоке. В результате всего этого астрономы смогли оценить размеры раздутой планетной атмосферы и непосредственным образом отследить орбиту планеты - достижение, недоступное при использовании косвенных методов (соответствующая статья принята для

публикации в "Астрофизическом журнале" - Astrophysical Journal (ApJ)).



Звезда HD 189733b находится рядом с туманностью «Гантель».
Изображение с сайта <http://www.grani.ru>

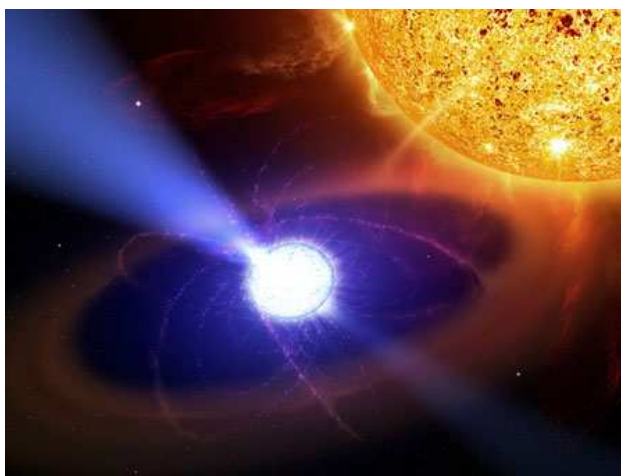
Речь идет об одной из уже давно известных экзопланет - "горячем Юпитере" HD 189733b, находящемся в созвездии Лисички, на расстоянии 19,3 парсека (63 световых года) от Земли в системе красного (точнее, "оранжевого") карлика HD 189733 спектрального класса K1 V (наблюдается восточнее планетарной туманности Гантель (M27)). Наличие планеты у HD 189733 удалось выявить при прохождении ее по диску родительской звезды - методом транзита (transiting extrasolar planet). Вскоре после открытия (в 2005 году) HD 189733b стали называть также идеальным объектом для исследования свойств планетных атмосфер и других важнейших параметров, ведь она столь близка к Земле, что изучение ее доступно даже наиболее "продвинутым" астрономам-любителям. С помощью космического инфракрасного телескопа "Спитцер" (Spitzer) в начале прошлого года удалось зарегистрировать исходящее от этой планеты тепловое излучение и точно измерить температуру ее атмосферы. Температура оказалась чрезвычайно высока - 844°C. Это означает, что планета относится к разряду "очень горячих юпитеров" ("very hot Jupiter"). Столь высокая температура HD 189733b объясняется тем, что планета расположена чрезвычайно близко к своему хозяину, и размеры ее орбиты составляют лишь приблизительно 3% от орбиты нашей Земли. Один оборот вокруг звезды этот "очень горячий Юпитер" совершает за 2,2 дня.

Нужно отметить, что ранее уже удавалось определить размеры этой планеты (из транзитных наблюдений), однако теперь ее диаметр слегка "подрос" - до полутора диаметров Юпитера (при 1,15 юпитерианской массы). Низкая плотность данной экзопланеты свидетельствует о том, что мы имеем дело с газовым гигантом, подобным нашему Юпитеру. Авторы новой работы отмечают, что размеры планеты кажутся больше при наблюдениях в синих лучах, это, скорее всего, связано с наличием протяженного "хвоста" из рассеиваемой верхней атмосферы. Конечно же, температура HD 189733b слишком высока для того, чтобы на этой планете или на любых ее лунах могла существовать вода в жидком состоянии, стало быть существование жизни земного типа там попросту невозможно.

Для измерений использовался 60-сантиметровый телескоп KVA с дистанционным управлением (установлен на Канарских островах, Испания), принадлежащий Шведской королевской академии наук (Kungl. Vetenskapsakademien) и модернизированный учеными из Финляндии. Полученные поляризметрические данные позволили заключить, что степень поляризации меняется в зависимости от положения планеты на орбите и достигает своего максимума в те моменты, когда ровно половина планеты освещена звездой (как это наблюдается с Земли). Такие события, как легко себе представить, случаются дважды в "год" (который, напомним, на HD189733b длится немногим более двух суток) и подобны фазам нашей луны.

Наличие такой поляризации указывает на то, что рассеивающая лучи атмосфера примерно на 30 % обширнее непрозрачного тела самой планеты, изученного при прохождении его по лику звезды. По всей видимости, она состоит из частиц, не превышающих половины микрона - атомов, молекул, крошечных пылевых песчинок или, возможно, водяного пара, присутствие которого в атмосфере этой планеты было предсказано на основании других недавних исследований. Такие частицы наиболее эффективно рассеивают синий свет - в результате тех же самых процессов, что делают голубым наше земное небо. Ученые также впервые сумели определить ориентацию орбиты планеты и другие важнейшие параметры ее движения (можно посмотреть соответствующую мультипликацию).

Белый карлик уподобился пульсарам



Белый карлик в системе AE Aquarii - первая известная нам звезда подобного типа, ведущая себя как пульсар. Фантазия художника.
Иллюстрация Casey Reed с сайта GSFC.

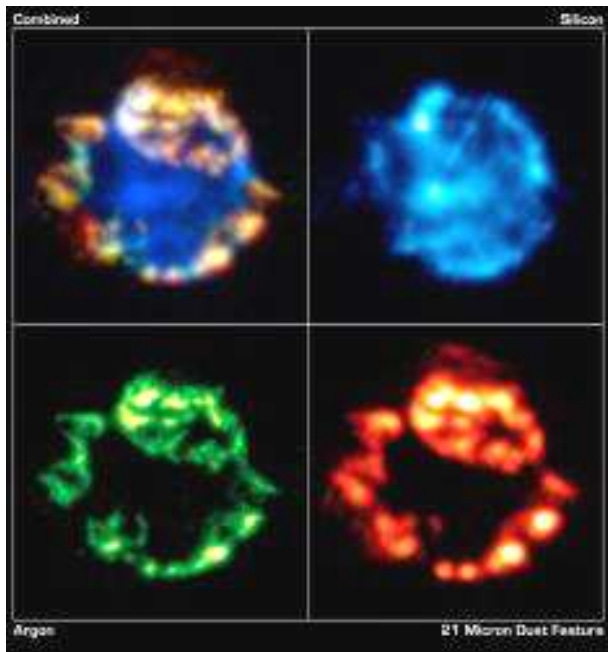
Наблюдения, проводимые в 2005 и 2006 гг. рентгеновской обсерваторией Suzaku (запущенной в космос в 2005 году), которая управляется совместно специалистами Японского космического агентства JAXA (Japanese Aerospace Exploration Agency) и NASA, бросают вызов уже сложившемуся среди ученых представлению о белых карликах как об исключительно пассивных объектах - медленно, но неотвратимо остывающих "звездных трупах". По крайней мере один белый карлик, обозначаемый как AE Aquarii или AE Володея (он находится в созвездии Володея), по мере вращения вокруг своей оси испускает высокоэнергетичные рентгеновские импульсы. Группа, возглавляемая Юкикацу Терада (Yukikatsu Terada) из японского Института физико-химических исследований (RIKEN), открывшая белый карлик, ведущий себя наподобие пульсара, не ожидала отыскать ничего подобного.

"Поведение этого белого карлика можно сравнить с поведением пульсара в Крабовидной туманности. До сих пор подобного поведения среди белых карликов не наблюдалось", - говорит Коджи Мукай (Koji Mukai) из Центра космических полетов NASA имени Годдарда (Goddard Space Flight Center - GSFC). Мукай - соавтор соответствующей статьи, представленной на научной конференции в Сан-Диего (штат Калифорния) в декабре. Крабовидная туманность - это остаток массивной звезды, взорвавшейся под конец своей жизни в виде сверхновой.

Белые карлики и пульсары представляют собой различные классы компактных объектов, причиной возникновения которых считается смерть звезд. Белый карлик формируется в тот момент, когда звезда, по своей массе сопоставимая с массой нашего Солнца, израсходует все свое ядерное топливо. Внешние слои звезды при этом сбрасываются в космос, а центральное ядро под действием

ничем уже не уравновешиваемых гравитационных сил сжимается в шарик размером с Землю (сохраняющий при этом массу звезды). Первоначально белый карлик выглядит как чрезвычайно горячий объект (благодаря остаточному звездному теплу). Однако без продолжающихся ядерных реакций он неизбежно охладится, сохраняя, впрочем, некоторое тепло на протяжении миллиардов лет (пока не превратится в конечном счете в невидимый черный карлик). Пульсар - это разновидность нейтронной звезды, то есть коллапсировавшее ядро чрезвычайно массивной звезды, которая некогда вспыхнула в виде сверхновой. По нашим земным понятиям, белые карлики имеют невероятно высокую плотность, однако плотность нейтронных звезд еще выше - 1,3 солнечной массы могут быть заключены в сферу размером с город. Пульсары испускают пучки радиоимпульсов и рентгеновские лучи - т.е. ведут себя как своего рода космические маяки. Эти сигналы и регистрируют земные наблюдатели, изучающие пульсары. Белый карлик AE Aquarii образует двойную систему вместе с "нормальной" звездой-компаньонкой. Эта система достаточно тесная, газ от обычной звезды по спирали подтягивается к белому карлику, разогревается и излучает в мягком рентгене. Помимо низкоэнергетичного рентгеновского излучения обсерватория Suzaku сумела также зарегистрировать и острые пики импульсов в жестком рентгеновском диапазоне (это фотоны, излучаемые разогнанными до релятивистских скоростей заряженными частицами в мощном магнитном поле). После анализа данных исследователи сумели показать, что такие импульсы соответствуют периоду собственного вращения белого карлика - они повторяются каждые 33 секунды.

Астрономы нашли источники первородной пыли

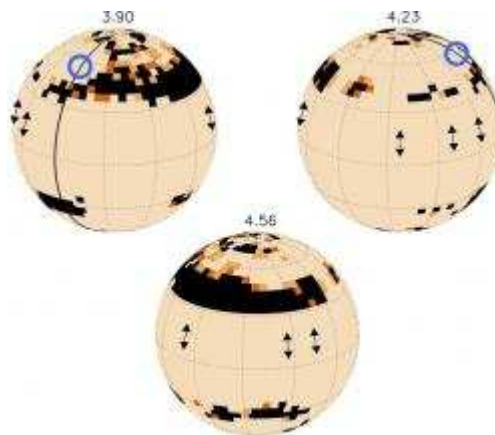


Остаток сверхновой Кассиопея А.
Изображение с сайта <http://www.grani.ru>

Американские, японские и европейские астрономы получили решающее свидетельство в пользу теории, согласно которой первая пыль во Вселенной - то есть тот материал, из которого возникли (и возникают) все более-менее поздние поколения звезд и планет - появилась в результате взрывов массивных первородных звезд. Новые данные были получены от космического телескопа NASA "Спитцер" (Spitzer Space Telescope). Его чувствительные инфракрасные датчики зафиксировали наличие пыли общей массой в 10 тысяч масс Земли (3% от массы Солнца) в районе известного остатка сверхновой Кассиопея А (Cassiopeia A, 11 тысяч световых лет от

Земли). Конечно, ученые и раньше подозревали, что взрывы сверхновых выступали в качестве первичного источника космической пыли, однако до сих пор никто не мог продемонстрировать, что взрывающиеся звезды действительно способны создавать пыль в достаточном для этого количестве. "Теперь мы можем однозначно сказать, что пыль появилась в результате взрыва сверхновой. Это исследование стало возможно благодаря тому, что Кассиопея А находится в нашей собственной Галактике, достаточно близко, чтобы изучить ее подробно", - пояснил Чжонги Ро (Jeonghee Rho) из Научного центра "Спитцера" (Spitzer Science Center) при Калифорнийском технологическом институте (California Institute of Technology - Caltech) в Пасадене.

Вспышки на далекой звезде



ВО Микроскопа стала ближе.
Изображение с сайта <http://www.universetoday.com>.

Обнаружение вспышек на поверхности Солнца не представляет труда для современной астрономии. Но наблюдение вспышек на поверхности отдаленной звезды, расположенной, например, на расстоянии 150 световых лет от Земли весьма затруднительно. Тем не менее, группа Европейских астрономов сделала такое открытие на этой неделе, о чем было сообщено в пресс-релизе агентства ESA. Исследование звезды велось при помощи Очень Большого Телескопа Южной Европейской обсерватории, а также при помощи рентгеновского спутника XMM-Newton. Астрономы наблюдали звезду ВО Микроскопа, имеющую неофициальное название "Быстрая Микроскопа" из-за своего быстрого вращения вокруг оси. Эта звезда немного меньше, чем Солнце, поэтому увидеть ее поверхность с Земли, все равно, что попытаться получить фотографию следов Нейла Армстронга на Луне, да еще и увидеть детали в них! В настоящее время это невозможно даже с наилучшими наземными телескопами, потому что для такой фотографии нужен телескоп с 400-метровым зеркалом! Как же астрономам удалось зафиксировать вспышки на поверхности ВО Микроскопа? Они использовали для этого всем известный эффект Доплера. По мере вращения звезды в излучаемом звездном свете происходят небольшие изменения. Эти изменения и могут быть следствием вспышек на звездной поверхности. Проведя 142 отдельных наблюдения, группа европейских ученых идентифицировала эти вспышки. Одна такая вспышка продолжилась 4 часа, и была мощнее тех вспышек, которые происходят на Солнце, в 100 раз. Поскольку ВО Микроскопа значительно моложе, чем Солнце (ей всего 30 миллионов лет), это может дать ученым ценные сведения относительно ранней истории нашего светила. Возможно, раннее Солнце было более активным, а затем перешло в более спокойную стадию своей эволюции.

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

Как ищут планеты вне Солнечной системы

Открытия планет у других звезд уже давно из разряда сенсаций перешли в серийные научные результаты.

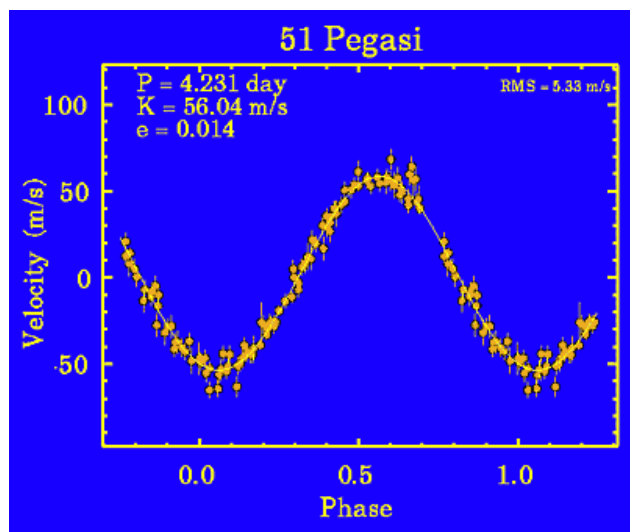


Рис. 1. Кривая радиальной скорости звезды 51 Пегаса - первое открытие внесолнечной планеты. Все рисунки с сайта <http://www.scientific.ru>

Свет от Земли в миллиарды раз слабее солнечного. Не то что землю, но и планеты-гиганты у другой звезды увидеть в телескоп, даже в космический типа Хаббла, совершенно невозможно - он безнадежно тонет в свете звезды. В инфракрасном диапазоне соотношение яркостей намного лучше, но все равно, прямое наблюдение планет находится за пределами нынешних реальных (но не принципиальных) возможностей. Впрочем, проекты, ориентированные на прямое наблюдение планет уже разрабатываются.

Пока более реальны косвенные методы обнаружения планет.

Первый (исторически) - астрометрический метод. Если очень точно измерять траекторию звезды, то можно увидеть ее легкую извилистость, вызываемую тяготением планет. В свое время появились указания на извилистость траектории звезды Барнарда, одной из ближайших к нам, но впоследствии результаты не подтвердились. Соответствующие проекты разрабатываются.

Другой метод, основанный на фотометрии, связан с прохождением планет на фоне звезды. Планета затмевает часть поверхности и яркость звезды чуть-чуть падает. В случае Юпитера на одну сотую, в случае Земли на одну десятитысячную. Проекты соответствующих поисков осуществляются.

Довольно экзотический, но вполне реалистичный метод - гравитационное линзирование. Когда одна звезда проходит на фоне другой, свет дальней звезды искривляется тяготением ближней и ее яркость меняется. Если у ближней звезды есть планеты, то это скажется на кривой изменения яркости. Поскольку наблюдения линзирования звезд ведутся давно (в других целях), уже найдено несколько кандидатов в планетные системы.

Самый успешный метод - спектрометрическое измерение радиальной скорости звезд. Звезда, имеющая планету, испытывает колебания скорости "к нам - от нас", которые можно измерить, наблюдая доплеровское смещение спектра звезды. На первый взгляд это невозможно. Под действием Земли скорость Солнца колеблется с периодом год на сантиметры в секунду. Под действием Юпитера - на метры в секунду. При этом, тепловое уширение спектральных линий звезды соответствует разбросу скоростей в тысячи км/с. Т.е., даже в случае Юпитера, надо измерять смещение спектральных линий на тысячную долю от их ширины. Кажется невероятным, но эта задача была блестяще решена.

Метод основан на наложении спектра звезды на сильно изрезанный линиями калибровочный спектр. Для калибровки используются пары иода в ячейке, помещаемой перед спектрометром. Температура ячейки поддерживается строго постоянной. Спектрометр выдает суперпозицию двух сильно изрезанных спектров поглощения - звезды и иода. Небольшие смещения спектра звезды приводят к изменениям суперпозиции на всех частотах, что значительно увеличивает точность измерения. Но потом надо учесть то, что мы сами находимся сложном быстрым движении - суточное вращение Земли (1 км/с), движение вокруг Солнца (30 км/с), влияние Луны, наконец, влияние всех остальных планет. Все это надо точно вычитать. В результате удалось получить точность 3 м/с - скорость человека, бегущего трусцой (сейчас точность уже приближается к 1 м/с - скорость идущего человека). Именно этот метод обеспечил прорыв в поисках планет.

Прорыв

Первое открытие было сделано группой из Женевской обсерватории - у звезды 51 Пегаса, похожей на Солнце, расстояние 15 парсек, найдены колебания радиальной скорости с полной амплитудой 120 м/с и периодом 4.2 дня. Соответствующие параметры планеты: масса $0.47/\sin(i)$ массы Юпитера, M_j , размер орбиты - 0.04 АЕ. То есть, очень большая планета вращается очень близко к звезде. Глядя на нашу систему и вспоминая теории ее образования, нелегко было предположить, что такое может существовать. И подобная планета была подарком для исследователей - обнаружить ее относительно легко благодаря большой амплитуде и малому периоду колебаний скорости. Будь все системы такой как наша, планеты искали бы гораздо дольше.

Почти сразу после швейцарской группы (точнее, швейцарско-французской), открытие подтвердила группа из Сан-Франциско, которая впоследствии вырвалась в лидеры по числу открытых планет. Первые кривые измерений радиальной скорости были простыми синусоидами, что соответствует круговой орбите планеты. Вскоре обнаружили более сложные кривые с быстрым подъемом и медленным спуском (или наоборот, что все равно).

Джеф Марси, лидер Сан-Францисской группы, рассказывал про впечатление, которые произвела на них первая из этих асимметричных кривых. До того, хоть планетная гипотеза колебаний скорости и была убедительной, оставались сомнения: может быть это просто "дыхание" звезды - периодические расширения и сжатия. Но после того, как несинусоидальная кривая отлично подошла к вытянутой кеплеровской орбите планеты, все сомнения отпали.

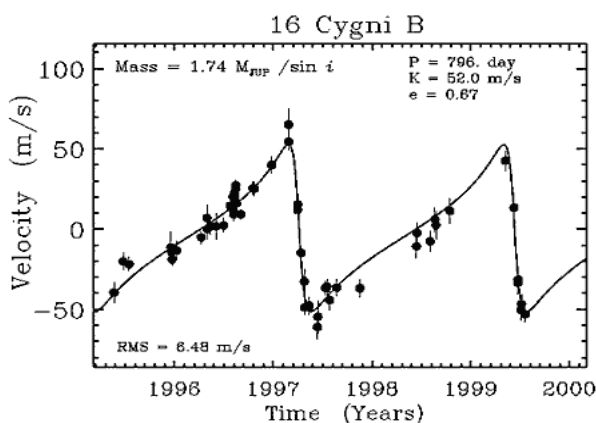


Рис. 2. Кривая радиальной скорости звезды 16 В Лебедя, планета которой имеет сильно вытянутую орбиту.

Далее появились еще более сложные кривые, для подгонки которых требовались две планеты (при этом удается определить параметры орбит и пределы на массы для обеих). Наконец, была найдена система из трех планет. Одна планета с $M/\sin(i) = 0.69 M_j$ совсем близко к звезде - 0.06 АЕ, период 4.6 дня, вторая минимум в два раза

массивней Юпитера вращается по орбите, близкой к земной, и третья планета, еще больше, $M/\sin(i) = 4.3 M_j$, вращается по вытянутой орбите в 2.6 АЕ.

Еще одно очень интересное открытие сделали независимо швейцарско-французская группа и команда из Сан-Франциско: первая в истории регистрация прохождения планеты на фоне звезды. О существовании этой планеты уже было известно из спектрометрических измерений радиальной скорости. Известен даже момент времени, когда планета может пойти на фоне звезды: в одной из средних точек синусоиды радиальной скорости. Неизвестен угол наклона орбиты, который определяет - может ли вообще планета пройти на фоне звезды. Соответствующая вероятность мала (порядка отношения размера звезды к размеру орбиты планеты), поэтому надо вести фотометрический контроль многих систем, прежде чем повезет.

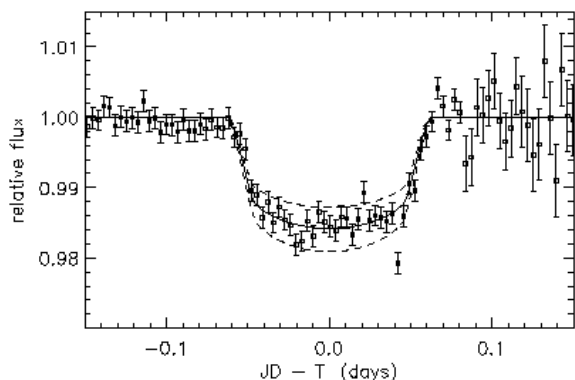


Рис. 3. Прохождение планеты через диск звезды.

Повезло в сентябре 1999 г. График изменения яркости звезды показан на рисунке 3. Яркость упала на полтора процента, значит диаметр планеты чуть больше одной десятой диаметра звезды. Естественно, такой эффект повторяется с каждым периодом орбитального вращения - через 3.52 дня. Благодаря прохождению измеряются сразу несколько параметров: точная масса (т.к. $\sin(i)$ близок к 1) - 0.69 M_j , радиус планеты - 1.54 R_j , плотность 0.23 г/см³ (т.е. планета сильно раздута в сравнении с Юпитером). Радиус орбиты 0.042 АЕ, равновесная температура на поверхности (условной, поскольку это газовый шар) - 1100 К. Сама звезда чуть тяжелее и ярче Солнца.

Итак, методика серийного обнаружения больших планет у окрестных (десятки парсек) звезд действует. Находки уже изменили представления о пределах разнообразия, об образовании и эволюции планетных систем. Но это все планеты гиганты, где жизнь невозможна. А нам бы хотелось, чтобы нашли что-то вроде Земли.

Поиски планет земного типа и следов жизни

На самом деле, каталог открытых планет уже содержит хорошую новость: там есть несколько планет гигантов с орбитами, близкими к земной. В нашей системе у планет гигантов шесть больших спутников, два из них (Ганимед и Титан) больше Меркурия. Весьма вероятно, что и у тех планет гигантов есть спутники, приближающиеся по масштабам к планетам земной группы. Условия на таких спутниках были бы похожи на земные и не видно никаких причин, препятствующих существованию на них жизни. Правда, обнаружить такой спутник мы не можем. Но все-таки, есть методы, которые позволяют находить планеты земного типа в обозримое время. Это поиск прохождений планет по диску звезды и инфракрасная интерферометрия в космосе. Более того, можно даже увидеть прямые свидетельства жизни, например, полосу поглощения озона в районе 9.6 микрометра (свободный кислород в атмосфере может поддерживать только жизнь). Рассмотрим некоторые проекты в порядке убывания проработанности и возрастания грандиозности.

1. **COROT** - (ESA) европейский проект, специализированный 30-см космический телескоп, снимающий кривые блеска многих звезд на предмет прохождения планет. Запущен в 2007 году. Предполагаемый потенциал - десятки планет земного типа.

2. **KEPLER** (NASA) Космический телескоп Шмидта 0.95 м., способный одновременно отслеживать 100 000 звезд. Потенциал: порядка 50 планет, эквивалентных Земле (если они есть у большинства звезд) или 640 планет в 2.2 раза больше Земли, если таковые есть у большинства звезд.

3. **SIM** (NASA) - Оптический интерферометр, по прецессионному измерению положения звезд способен находить планеты земного типа у ближайших звезд. Запуск намечен на 2009 г.

4. **Eddington (ESA)** - Как и первые два, нацелен на прохождение планет, но обладает большими возможностями.

5. **IRSI/DARWIN** (ESA) - Это, наконец-то, будет новое слово: прямое наблюдение планет земного типа с помощью космического инфракрасного интерферометра. Будет состоять из 5 - 6 инфракрасных телескопов, разнесенных на 25 - 50 м друг от друга (конкретный вариант еще не выбран. Конструкция будет отправлена за пояс астероидов, чтобы уйти от зодиакального света, излучаемого мелкими частицами. Будет использован метод зануления света звезды с помощью интерференции. Смоделированные результаты Дарвина для наблюдения нашей собственной системы с расстояния 10 парсек (33 световых года) показаны на рис. 4 и 5.

6. **TPF** (NASA) (Terrestrial Planet Finder) Тоже инфракрасный интерферометр по идеологии идентичный предыдущему. Оба проекта находятся на ранних стадиях разработки.

Есть и совсем уж фантастические проекты (Optical Very Large Array), претендующие на получение изображений земных планет типа 25X25 пикселей, где были бы видны моря и континенты. Хотя, ничего невозможного, кроме масштаба необходимого финансирования, в них нет. Конечно, открытие планет типа Земли, да еще с признаками кислорода в спектре - одно из таких событий, до которых хотелось бы дожить.

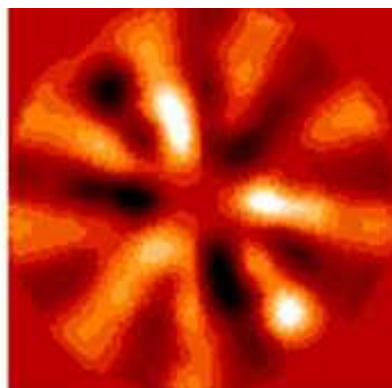


Рис. 4. Смоделированный снимок земных планет Солнечной системы так, как сделал бы его интерферометр Дарвин с расстояния 10 парсек. Светлые пятна - Венера, Земля и Марс. Свет звезды занулен интерференцией. Темные сектора - артефакт (смоделированный) от процесса обработки.

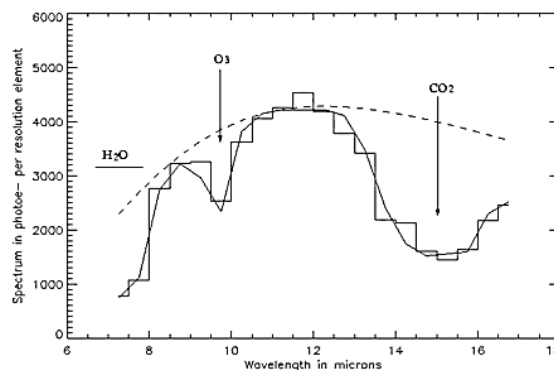


Рис. 5. Смоделированный спектр Земли так, как его снял бы Дарвин с расстояния 10 парсек.

Борис Штерн, <http://www.scientific.ru>

История и перспективы открытий багровых миров или планеты у красных карликов.



Рисунок 1. Купол главного 3-метрового телескопа в обсерватории Лик. Именно на этом телескопе была открыта первая планетная система у красных карликов почти 10 лет назад.

Как известно наиболее распространенными звездами во Вселенной являются красные карлики. Эти звезды и массой, и светимостью уступают нашему Солнцу, излучая преимущественно в инфракрасной части электромагнитного спектра. Из-за меньшей массы у красных карликов зона обитания (т.е. диапазон, где возможно существование воды в жидком состоянии) находится в пределах периода обращения планеты в несколько суток. Из-за такого небольшого периода обращения планета оказывается приливоно запертой гравитацией звезды. Это означает, что одно полушарие планеты вечно повернуто к звезде, а другое в тени. В связи с этим жизнь на такой планете более вероятно в сумеречной зоне – на границе вечного дня и ночи. Из-за перечисленных особенностей планеты у красных карликов стоят далеко не на первом месте в приоритетах поиска жизни во Вселенной. С другой стороны в связи со своей распространенностью во Вселенной красные карлики являются ближайшими известными звездами к Солнечной Системе. Поэтому попытки поиска планет начались именно с ближайших красных карликов – Проксимы Центавры и Летающей Барнада.

В 1969 голландский астроном Питер Ван де Камп измеряя координаты Летающей Барнада на архивных снимках за разные годы обнаружил возмущения собственного движения звезды. Их можно было объяснить планетой массой 1.6 масс Юпитера и большой полуосью 4.4 а. е. Через год он предположил наличие еще двух планет массой 1.1 и 0.8 масс Юпитера. Однако другие астрономы, проверяя открытие Кампа, не смогли подтвердить наличие планетной системы и пришли к выводу, что колебания траектории звезды были вызваны модернизацией телескопа. В 1995 году астрометрические измерения с Хаббла окончательно исключили наличие планет-гигантов с периодом в несколько лет и у Проксимы и у Летающей.

В отличие от астрометрического поиска, где М карлики из-за своей небольшой массы наиболее благоприятные цели для поиска планет, поиски методом лучевых скоростей начались спустя почти десятилетие после поисков у солнцеподобных звезд. Это связано с большими трудностями получения спектров тусклых звезд, какими являются даже наиболее близкие красные карлики. Но уже в 1998 году две ведущие в этой области научные группы независимо друг от друга обнаружили колебания лучевой скорости у близкого М карлика Glise 876. С одной стороны это была Калифорнийская группа, начавшая проверку 24 М карликов в обсерватории Лик с точностью измерения 25 метров в секунду. С другой стороны открытие

принадлежало Женевской группе, начавшей осуществлять с 1995 года масштабный обзор всех М карликов ближе 9 парсек на предмет звездной двойственности. Обзор состоял, как из измерения лучевых скоростей звезд на спектрографах ELODIE и CORALIE с точностью 10-70 м/с в зависимости от яркости с целью поиска невидимых компаньонов, так и фотографирование окрестностей для нахождения звездных компаньонов. Glise 876 стала не только первой известной планетной системой у красного карлика, но одной из самых уникальных до сих пор. После детальных измерений оказалось, что вокруг звезды обращается сразу два газовых гиганта с периодом в 30 и 60 дней, т.е. в резонансе 1 к 2. Изучение американской группой возмущений планет друг от друга в резонансах позволило, как определить наклонение орбитальной системы, так и обнаружить в 2005 году в системе еще одну (уже третью планету!) причем самую небольшую известную на тот момент (массой всего лишь 7.5 масс Земли) обращающуюся на 2-суточной орбите. Вероятно, эта планета представляет собой нечто подобное массивной планете Венера с активным вулканизмом на поверхности и очень плотной и раскаленной атмосферой. Внутренняя планета у Glise 876 стала, вероятно, первой открытой скалистой планетой за пределами Солнечной Системы.

Открытием Glise 876 Калифорнийская группа не ограничилась. После того, как в ее распоряжение в 1996 году оказался 10-метровый телескоп Кек на Гавайях поиски постепенно охватили около 150 близких северных М карликов. Первым результатом этого обзора было отсутствие обнаружений короткопериодических газовых гигантов, кроме Glise 876 в отличие от значительного числа открытых планет этого типа у желтых карликов. Теоретики объяснили это менее массивным протопланетным диском, не благоприятствующим образованию газовых гигантов в отличие от более массивных звезд. Однако чем больше наблюдались звезды, тем более длиннопериодические гиганты можно было обнаружить. В 2006 и 2007 годах были представлены долгопериодические планеты у GJ 849 и GJ 317. В первом случае это юпитер в 2.5 астрономических единицах от своей звезды, а во втором система из двух юпитеров с периодами 600 и 2700 дней. Вероятно, это только "первое погружение" в открытия все более долгопериодических планет у красных карликов. Тем более Калифорнийская группа обладает наиболее длительным наблюдательным рядом замеров лучевых скоростей.

В то время как американские астрономы открывают все более далекие от своих звезд планеты их европейские коллеги достигли больших успехов в поисках планет небольшой массы. Хотя и первоначально группа Марси за счет спектрографа HIRES (использующего огромное зеркало Кека) открыла в 2004 и 2005 годах последовательно наименее легкие планеты – горячие нептуну у GJ 436 и Glise 876, однако новый сверхточный спектрограф HARPS установленный в 2003 году в Южной Европейской Обсерватории достиг новых горизонтов во внесолнечной планетологии. Женевской группе было дано 500 наблюдательных ночей на HARPS для поиска экзопланет в течение первых 5 лет работы уникального инструмента. Одной из приоритетных целей этой программы стал поиск небольших планет у примерно 100 южных М карликов. Результаты не заставили себя ждать. Сначала были открыты горячие нептуну у Gl 581 и GJ 674. Дальнейшие наблюдения позволили обнаружить еще две планеты в системе Gl 581 – планету массой около 5 масс Земли на 13 суточной орбите и массой 10 масс Земли на 84 суточной орбите. Первая планета оказалась наиболее похожей на Землю из всех известных на сегодняшний день планет за пределами Солнечной Системы – как по массе, так и по положению в зоне обитания. Хотя до идеала еще далеко – из-за большой массы планеты на ней, скорее всего, существует очень плотная атмосфера, порождающая венерианские температуры. Не менее интересна и вторая суперземля. Она хоть и более массивная и находится далеко от зоны обитания, но не исключено что обе эти особенности в комплексе создают благоприятные для жизни условия. Так как парниковый эффект мощной атмосферы может обеспечивать достаточную для жизни температуру на поверхности. Все лишь зависит от неизвестного состава

атмосферы планеты, определяющей величину этого самого парникового эффекта.



Рисунок 2. Спектрограф HARPS. Именно на нем были открыты наименее массивные внесолнечные планеты.

Не прошло месяца после того, как мир узнал об уникальных планетах у GJ 581, как Женевская группа в мае 2007 года представила еще более значимое открытие в области внесолнечной планетологии. В ходе фотометрической проверки из небольшой швейцарской обсерватории красных карликов с уже известными планетами были неожиданно обнаружены 2 транзита у GJ 581. Неожиданно хотя бы потому, что горячий нептун у этой планеты был открыт 3 года назад до этого, и авторы открытия из американской группы Марси в своей статье указывали, что проведенные ими поиски транзитов были безуспешны. Однако неожиданное открытие в течение ближайших нескольких недель было подтверждено. Впервые для этого класса планет удалось определить среднюю плотность. Она оказалась практически равной плотности малых газовых гигантов Солнечной Системы - Урана и Нептуна. До этого плотность удавалось определить только у горячих юпитеров. Спустя всего лишь два месяца затмения вызванные планетой наблюдал уже и космический инфракрасный телескоп Спитцер. По его наблюдениям яркостная температура планеты оказалась равна 712 ± 36 Кельвинов.

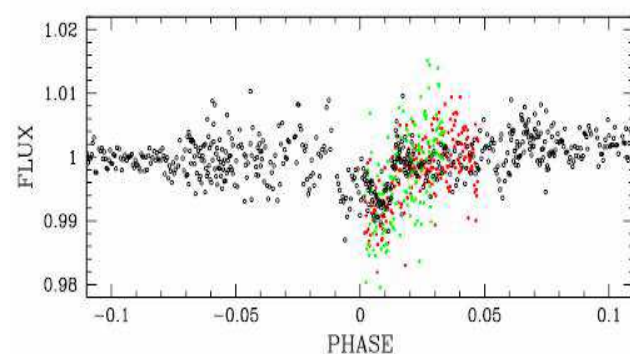


Рисунок 3. Фотометрия GJ 436 с транзитной кривой по наблюдениям первоткрывателей с OGLE (черные точки) и Wise (красные с апертуры 1м, зеленные с 0.46).

Кроме Калифорнийской и Женевской групп планеты у красных карликов методом лучевых скоростей ищут на больших телескопах VLT и HET. В первом случае с 2001 года осуществляется мониторинг 25 южных красных карликов (в том числе Проксима Центавра и Летающая Барнада) с помощью спектрографа UVES. Благодаря этому обзору для Проксима и Летающей получены наиболее низкие верхние ограничения на наличие возможных планет в обитаемой зоне равные 2-3 массам Земли. Во втором

случае на техасском 9.1 метровом телескопе осуществляется мониторинг около 90 М карликов. Первым открытием этого обзора стал горячий нептун у GJ 176.

Человечество уже несколько тысяч лет задает вопрос о наличии внесолнечной жизни. Последние впечатляющие успехи внесолнечной планетологии, казалось бы, как никогда приблизили нас к ответу на этот вопрос. Больше десятка лет разрабатываются амбициозные планы NASA по созданию инфракрасного коронографа и интерферометра для поиска и изучения землеподобных планет у ближайших звезд, похожих на Солнце. Однако, в последнее время в связи концентрацией ограниченного бюджета на дорогостоящую программу возвращения человека на Луну над фундаментальной космической наукой нависла опасность. Ведь, если бюджеты текущих экзопланетных исследований ограничиваются несколькими десятками миллионов долларов, то космические обсерватории для поиска и изучения возможных обитаемых землеподобных планет потребуют многие миллиарды. В настоящее время американские планетологи работают над концепцией в рамках программы Exoplanet Task Force, которая позволит увеличить эффективность отношения вложенных средств к полученным научным результатам. Одни из активных участников этой программы Charbonneau и Deming предлагают обратить внимание на красные карлики, как уникальную возможность найти решение проблемы сокращения научного бюджета для получения части ответов на фундаментальные вопросы о распространении жизни во Вселенной, ограничившись использованием существующих или уже строящихся инструментов.

Выделяется 5 факторов предпочтительности поиска возможных обитаемых планет у красных карликов ранних (M4V) и поздних (M8V) типов по сравнению с желтыми карликами, вроде нашего Солнца:

- 1) Геометрическая вероятность затмения (транзита) выше - 1.5% у M4V и 2.7% у M8V против 0.47% у Земли с Солнцем.
- 2) Более глубокое затмение от обитаемой планеты - 1.3 mmag у M4V и 8.4 mmag у M8V по сравнению 0.084 mmag у Солнца.
- 3) Частота транзитов больше, так как периоды обращения по орбите меньше - только 15 суток у M4V и 2.5 суток у M8V. Это благоприятствует измерению массы планеты, а также способствует более лучшему спектроскопическому исследованию вторичного затмения. За год система Земля-Солнце бывают во вторичном затмении около 13 часов против 44 часа у M4V и 84 часов у M8V.
- 4) Изменение лучевой скорости звезды под воздействием планеты значительно больше - 1.4 м/с у M4V и 4.4 м/с у M8V против 0.18 м/с у системы Земли и Солнца.
- 5) Разница между яркостью планеты и звезды значительно меньше, чем для Земли и Солнца - 0.012% у M4V и 0.11% у M8V против 0.00044% для системы Солнца-Земли. Это облегчает транзитную спектроскопию.

Ученые предлагают три шага на пути открытия обитаемых планет у близких красных карликов.

- 1) Фотометрические обзоры должны открыть скалистые транзитные планеты у М карликов.
- 2) Массы открытых планет будут найдены с помощью наземных спектрографов путем измерения лучевых скоростей звезды-хозяйки.
- 3) Получение спектров планет с помощью спектроскопии затмений.

Для первого шага предлагается произвести поиск возможных затмений планетами размером с Землю в обитаемой зоне среди 10 тыс. ближайших красных карликов. Если транзитов не будет найдено, то частота подобных планет меньше 2.8% (на уровне 3 сигмы). Если же частота, например 5%, то математическое ожидание предсказывает 11 открытий. Потребуется съемка с помощью наземных телескопов. Современные транзитные обзоры сталкиваются с проблемой фильтрации ложных астрофизических кандидатов в планеты. Их число зачастую превышает на целый порядок число истинных планет среди всех обнаруженных кандидатов. Этому две причины: неизвестный параллакс, затрудняющий определение расстояния и параметров звезды, а также похожесть кривой транзита между горячими юпитерами и М карликами вокруг G(F) звездами из-за их примерно одинакового размера.

В случае с красными карликами эти две проблемы устраняются. Из-за близости их параллакс определяется с гораздо большей точностью. А симитировать планетный транзит вокруг красного карлика может только белый карлик, что является очень простым случаем для спектроскопического отождествления.

В настоящее время Charbonneau подготавливает сеть из автоматических телескопов для обзора 2000 ярких северных красных карликов на полосе z с чувствительностью достаточной для обнаружения транзитов планет с радиусом 2 радиуса Земли в обитаемой зоне. Это проект, названный MEarth будет состоять из 10 14-дюймовых телескопов смонтированных на одной монтировке с общей стоимостью 600 тыс. \$. Проект для поиска у 10 тыс. М карликов планет с радиусом Земли потребует несколько обсерваторий в разных полушариях с апертурой телескопов порядка 1 метра, и будет стоить порядка 5 млн. \$.

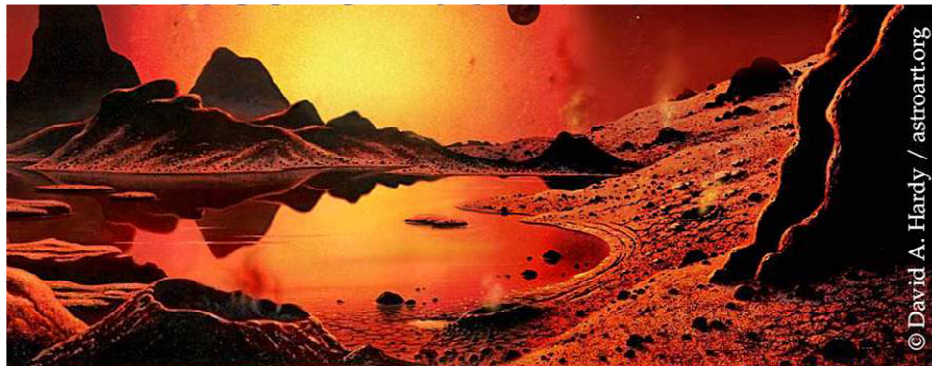


Рисунок 4. Планета у красного карлика в представлении художника.

Во время второго шага найденную по затмениям планету нужно "взвесить". Наличие планеты порождает колебания лучевой скорости с амплитудой 1.4 м/с у M4V и 4.4 м/с у M8V. Звезды более ранних типов, чем M5V легко могут быть обследованы на уже существующих спектрографах (вроде HIRES или HARPS или строящегося New Earths Facility). Для более поздних типов М карликов, необходимы новые спектрографы, работающие в ИК диапазоне. С 2006 разрабатывается спектрограф PRVS на телескопе Gemini. Установленный на 8-метровом телескопе он способен за 30 минут достичь необходимой точности. Для определения орбиты планеты (при нулевом эксцентриситете) требуется лишь 5 замеров лучевой скорости. После измерения радиуса и массы планеты можно определить ее среднюю плотность, а значит сделать приблизительный вывод о ее химическом составе.

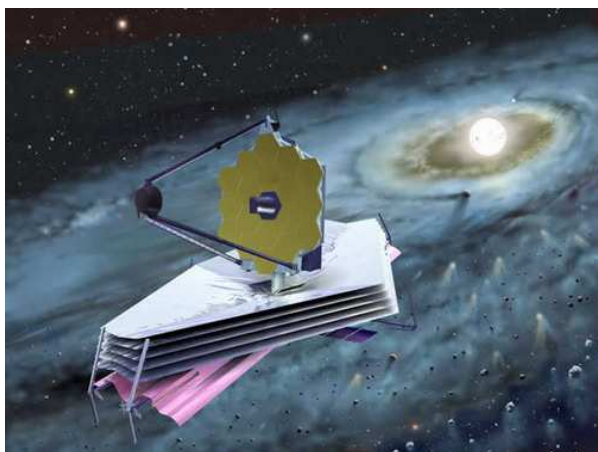


Рисунок 5. Космический телескоп JWST, который должен сыграть значимую роль во внесолнечной планетологии.

На третьем шаге осуществляется затменная спектроскопия. Получение спектра обитаемой планеты у красного карлика может быть выполнено космическим криогенным ИК

телескопом. Ожидается, что приемник Хаббла – космический телескоп JWST будет иметь такие же возможности, в отношении скалистых планет у красных карликов, какие сейчас имеет инфракрасный космический телескоп Спитцер в отношении горячих юпитеров. Более того, чувствительность Спитцера при наблюдениях транзитов уже сейчас достигает горячих Земель. В настоящее время идет анализ данных наблюдения системы GJ 876. Теоретически планета массой в 7.5 масс Земли находится в пределах обнаружения на длине волны в 8 мкм. Если Спитцер может только обнаружить транзит "горячей Земли", то JWST должен получить уже и спектр "теплой Земли" (т.е. планеты с температурой поверхности в 290K). Был вычислен уровень отношения сигнала к шуму для спектрографа MIRI, который планируется установить на JWST. За минимальное время экспозиции в 3 секунды шум превышает число фотонов от планеты. Однако, если увеличить общее время экспозиций до 200 часов (наблюдая звезду с планетой и без планеты одинаковое количество времени), то, при спектральном разрешении $R=100$ отношение уровня сигнала к шуму больше 10. Фотометрия JWST теплых Земель достаточна для измерения температуры между дневной и ночной стороны. Если JWST найдет разницу небольшой, то это станет весомым аргументом наличия атмосферы и возможной обитаемости приливно запертых планет у красных карликов.



Рисунок 6. Открытие планет у красных карликов по годам.

Перечисленные методы рассказывают об открытиях планет у близких звезд примерно в радиусе 30 парсек от Земли. Однако существуют методы позволяющие эффективно искать планеты у очень далеких звезд в тысячах парсек от нас. Это микролинзирующие и транзитные поиски на фоне плотных звездных полей, преимущественно в направлении центра Нашей Галактики. Так как большинство звезд красные карлики ничего удивительно, что и тут они оказались в центре событий. Наиболее важный результат это открытие нового типа планет – "ледяные нептуны" сразу у двух М карликов во время наблюдательного сезона 2005 года. Из анализа всех микролинзирующих событий было получено нижнее ограничение в наличие этого типа планет примерно у трети маломассивных звезд в направлении Центра Галактики. Будущие наблюдательные сезоны помогут значительно уточнить статистическое распределение планет в зависимости от массы и большой полуоси орбиты.

Итак, планеты у красных карликов существуют, причем уже открыты совершенно разные миры. Хотя текущие исследования в течение последних 10 лет показывают их меньшую распространенность, по сравнению с планетами у желтых карликов, похожих на наше Солнце. Сейчас известно чуть больше десятка подобных планет против больше двух сотен у более массивных звезд. Более того, среди известных планет у красных карликов преобладают планеты с массой на много меньше массы крупных газовых гигантов вроде Юпитера или Сатурна. И в заключение красные карлики предоставляют уникальную возможность более простого поиска планет благоприятных для жизни.

Борислав Славолубов, любитель астрономии
 Специально для журнала «Небосвод»

Есть ли жизнь на Gliese 581d?



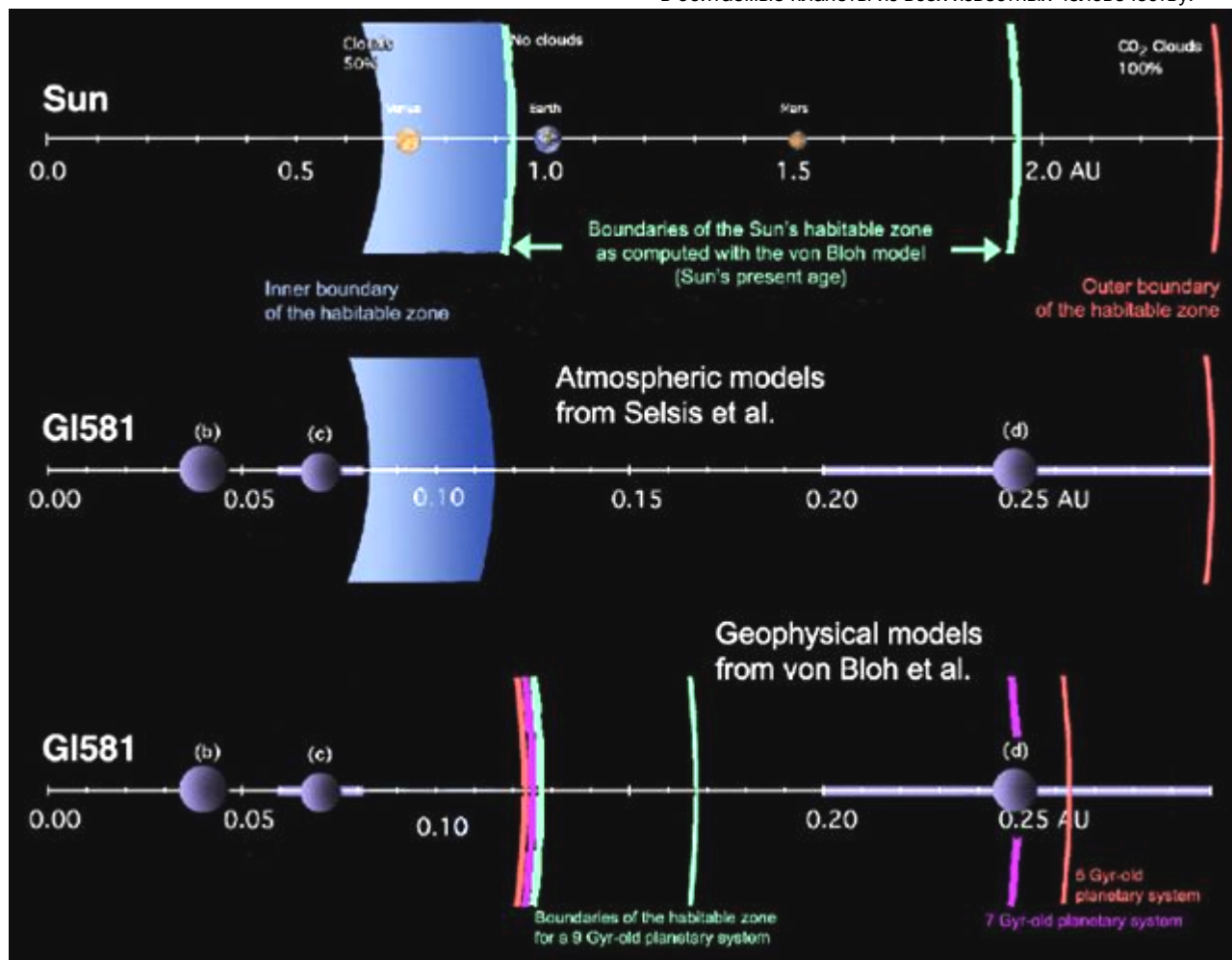
Планетная система у звезды Gliese 581 (в представлении художника). На переднем плане — планета Gliese 581d. Изображение: ESO с сайта <http://elementy.ru>

В апреле прошлого года у звезды Gliese 581 были обнаружены две планеты землеподобного типа. И вот теперь три группы астрономов представили свои модели, рассматривающие разные аспекты возможной жизни на этих планетах, границы обитаемой зоны вокруг Gliese 581, а также устойчивость самой планетной системы.

За десятилетие, прошедшее с момента открытия первой экзотрансформационной (инозвездной) планеты, астрономы сумели разными методами обнаружить уже свыше 250 подобных объектов. Однако подавляющее большинство известных нам экзопланет сравнимо по своей массе с Юпитером или даже превосходит его: скорее всего, это газовые гиганты, причем зачастую расположенные очень близко к своей звезде (так называемые «горячие юпитеры»). Только недавно астрономы стали объявлять об открытиях планет сравнительно небольшой массы и размеров (менее 10 земных масс), вероятно силикатных по своему основному составу. Их стали называть «суперземлями» (super-Earths).

В апреле европейская группа ученых в журнале «Астрономия и астрофизика» (Astronomy & Astrophysics, A&A) опубликовала сообщение об открытии двух новых планет, обращающихся вокруг звезды Gliese 581 (см. «Грани», 25.04.2007). Gliese 581 — это красный карлик спектрального класса M (spectral class M) из созвездия Весов, который находится в двух десятках световых лет от Земли и по своей массе в три раза уступает нашему Солнцу. Свое название и номер звезда получила по «Каталогу ближайших звезд» (Gliese Catalogue of Nearby Stars), составленному немецким астрономом Вильгельмом Глизе (Wilhelm Gliese, 1915–1993). Соответственно, две новые экзопланеты получили обозначения Gliese 581c и Gliese 581d (к названию звезды приписываются справа латинские буквы начиная с буквы b — в порядке открытия планет).

Масса новых экзопланет оценивается в 5 и 8 масс Земли (нужно отметить, что это лишь минимальные оценки, а реальную массу каждой из экзопланет можно будет узнать только после нахождения угла наклона орбитальной плоскости относительно земных наблюдателей). Учитывая расстояние, отделяющее планеты от родительской звезды, «новичков» можно назвать главными кандидатами в обитаемые планеты из всех известных человечеству.



На иллюстрации выше показаны границы обитаемой зоны для Gliese 581, полученные двумя группами планетологов. В *верхней части* показаны современные границы обитаемой зоны у Солнца. Красная кривая в правой части очерчивает лишь самый критичный внешний предел. Фактически, внешняя граница расположена где-то между 1,7 и 2,4 а.е. *Средняя часть иллюстрации* демонстрирует пределы обитаемой зоны Gliese 581, вычисленной в соответствии с моделями атмосферы группы Сельзи. *Внизу* — границы зоны возможного фотосинтеза, определенные в согласии с геофизическими моделями группы фон Бло (границы были вычислены для нескольких возможных возрастов планетной системы Gliese 581 (5, 7 и 9 млрд лет), самое вероятное значение — 7 млрд лет). *Фиолетовые полосы*, окружающие планеты Gliese 581c и Gliese 581d, иллюстрируют переменное расстояние до звезды, обусловленное вытянутостью орбит. Изображение: Astronomy & Astrophysics

Ранее, в 2005 году, в звездной системе Gliese 581 была обнаружена еще одна планета, в 16 раз массивнее — «горячий Нептун» (см. Для поиска планет вокруг красных карликов не хватало точности, «Элементы», 07.12.2005). Но она не только излишне массивна, но и находится совсем

близко к звезде — всего в 6 млн км (в 15 раз меньше, чем расстояние от Меркурия до Солнца).

В отличие от юпитероподобных газообразных гигантов, мало чем отличающихся один от другого, планеты земной группы очень разнообразны. Это могут быть как иссушенные мертвые тела, лишённые атмосферы, так и миры, наполненные водой и окутанные мощной воздушной оболочкой, превосходящей по своей плотности атмосферу Земли. К сожалению, надежду выяснить в точности, из чего состоят атмосферы всех этих новых миров, а также поиски признаков жизни на этих планетах приходится оставить до появления новых поколений телескопов, однако теоретические исследования вполне по силам нынешним астрономам. Возможно, они помогут будущим наблюдателям, вооруженным более мощной техникой, быстрее справиться со своей задачей.

На иллюстрации ниже показано сравнение Земли и планеты Gliese 581c (иллюстрация сделана до публикации моделей группы Сельзи и группы фон Бло; тогда наиболее подходящей для возможной жизни признавалась Gliese 581c, а нее соседка). Изображение с сайта www.redding.com



SOURCES: European Organization for Astronomical Research in the Southern Hemisphere; NASA

AP graphic

Всё в том же журнале «Астрономия и астрофизика» опубликованы два теоретических исследования, посвященные планетной системе Gliese 581. Две европейско-американские группы ученых, возглавляемые французом Франком Сельзи (Franck Selsis) первая и немцем Вернером фон Бло (Werner von Bloh) вторая, изучили возможность существования жизни на двух свеженайденных «суперземлях» с разных точек зрения. Оценивалось прежде всего расположение границ обитаемой зоны (Habitable zone) у Gliese 581 — то есть насколько близко и насколько далеко от этой звезды может существовать вода в жидком виде на поверхности планеты. Если планета расположена слишком близко к своей звезде, то вся вода на ней превращается в пар, и земные формы жизни на ней существовать не могут. Это внутренняя граница обитаемой зоны. Внешняя граница соответствует расстоянию, на котором газообразный CO₂ (углекислый газ) уже не способен обеспечить парниковый эффект, достаточный для разогрева поверхности планеты. Вся вода там замерзнет. На сегодняшний момент основная проблема такого моделирования заключается в невозможности точно оценить размеры и роль облачности. С таким же ограничением, в принципе, сталкиваются и земные климатологи. Для нашего Солнца внутренняя граница обитаемой зоны располагается где-то от 0,7 до 0,9 а.е., а внешняя — от 1,7 до 2,4 а.е. (точнее указать границы пока не получается). На иллюстрации сравниваются границы обитаемой зоны вокруг Солнца с границами обитаемой зоны вокруг Gliese 581 по модели группы Фрэнка Сельзи и по модели группы Вернера фон Бло.

Из иллюстрации видно, что фон Бло и его коллеги рассматривают более узкую область обитаемой зоны, где возможен растительный фотосинтез, как на Земле. Производство биомассы за счет фотосинтеза, по мнению этой группы, зависит как от концентрации CO₂, так и от присутствия жидкой воды на планете. Используя модель тепловой эволюции «суперземли», удалось отыскать возможные источники этого атмосферного углекислого газа (высвобождаемого из различных минералов за счет вулканической деятельности) и вычислить темпы его исчезновения (потребления газообразного CO₂ в ходе различных процессов). Модель исходит из постоянного баланса (гомеостаза, который обеспечивается и на Земле) между утилизацией углекислого газа в океанических отложениях и выделением его из метаморфических источников при движении тектонических плит (см.: Может ли «суперземля» приютить жизнь, «Грани», 22.10.2007). В этой модели способность поддержания процессов фотосинтеза в биосфере очень сильно зависит от возраста планеты, поскольку слишком старая и неактивная планета не может выделять достаточного количества газообразного CO₂. И в этом случае планета перестает быть обитаемой. При вычислениях расположения границ обитаемой зоны фон Бло и его коллеги в качестве достаточной концентрации углекислого газа (его парциального давления) приняли значение в 10 бар.

В принципе, обе группы ученых сходятся в том, что планета Gliese 581c расположена слишком близко к звезде, чтобы быть обитаемой, а вот Gliese 581d вполне может приютить жизнь. Правда, суровые климат и экология этой экзопланеты не благоприятствуют появлению слишком сложной жизни. Дело в том, что вращение планеты d скорее всего синхронизовано с ее обращением вокруг звезды таким образом, что она всегда обращена к светилу одной своей стороной (подобно тому, как Луна обращена к Земле одной и той же стороной — это следствие длительных приливно-отливных взаимодействий). Таким образом, там наверняка царят сильные ветры, вызванные разностью температур между дневной и ночной сторонами планеты. А так как Gliese 581d расположена возле внешнего края обитаемой зоны, все формы жизни на ней должны были бы как-то приспособиться еще и к довольно слабому уровню излучения своего светила.

В довершение всего расстояние от планет c и d до центральной звезды сильно варьирует из-за большого эксцентриситета их орбит. Впрочем, длительность года в обоих случаях очень сильно уступает земному году: 12,9 суток для планеты c и 83,6 суток для планеты d; это должно сглаживать вариации, тем более если там

присутствуют по-настоящему плотные атмосферы. В любом случае, условия на планете d должны очень сильно отличаться от того, с чем мы сталкиваемся на Земле, но жизнь там появиться может.

Повышенный интерес к вопросу о возможности существования жизни у Gliese 581, кроме всего прочего, связан с тем, что эта звезда является красным карликом — то есть принадлежит к самой многочисленной когорте звезд в нашей Галактике. «Мелкие» красные карлики спектрального класса M составляют примерно 75% всех звезд. Они чрезвычайно долговечны (могут прожить десятки миллиардов лет — гораздо дольше нашего Солнца), достаточно стабильны и «работают» на привычном водородно-гелиевом цикле (расходуя свое ядерное «горючее» наиболее экономно). Находить экзопланеты у красных карликов, отслеживая колебания этих звезд при гравитационном взаимодействии с планетами по доплеровскому смещению характерных спектральных линий, значительно проще (из-за их небольшой массы). И если еще буквально пару лет назад M-звезды рассматривались в качестве весьма сомнительных кандидатов на роль колыбели для внеземной жизни, то теперь все меняется.

Конечно, то, что планеты, находящиеся в обитаемой зоне таких красных карликов, обращены к звезде всегда одной и той же стороной, сказывается на их климате далеко не лучшим образом. Близким планетам к тому же грозят магнитные бури, потоки рентгеновского и ультрафиолетового излучения, особенно во времена затянувшейся звездной юности, когда планеты размером с Землю запросто могут лишиться своей атмосферы в момент вспышки. Однако недавние теоретические исследования показали, что на самом деле все не так уж и плохо и окружающая среда возле M-звезд все-таки не является непреодолимым препятствием для возникновения жизни.

Третья статья о Gliese 581, также принятая для публикации в журнале «Астрономия и астрофизика», посвящена проблеме динамической стабильности данной планетной системы. Такие исследования также очень важны для правильного ответа на вопрос о возможности существования жизни на планетах возле красного карлика, поскольку излишне быстрая эволюция планетных орбит неотвратимо скажется на тамошнем климате. Разумеется, взаимные гравитационные возмущения имеют место в любой планетной системе, где наличествует более одной планеты. Так, в нашей Солнечной системе под влиянием других планет земная орбита периодически меняется от практически идеально круговой до несколько эксцентричной. Этого, в принципе, достаточно для того, чтобы порождать чередование ледниковых периодов и потеплений (нужно отметить, что в настоящее время есть и другие, не менее авторитетные теории, пытающиеся объяснить чередование таких периодов). Не исключено, что более «размашистые» орбитальные эволюции могут стать непреодолимым препятствием для развития жизни.

Эрве Бё (Hervé Beust) и его коллеги из Франции, Португалии и Швейцарии смоделировали изменения орбит планет системы Gliese 581 на более чем 100 миллионов лет вперед и убедились в том, что эта система динамически вполне устойчива, демонстрируя лишь периодические орбитальные вариации, сопоставимые с теми, что испытывает наша Земля. Таким образом, климат на этих планетах существенным образом меняться не будет. С этой стороны, по крайней мере, ожидать препятствий для развития примитивной жизни не приходится. Хотя, конечно, всё высказанное еще не является доказательством того, что жизнь в этой системе действительно существует.

Скорее всего, Gliese 581c и Gliese 581d будут включены в число первоначальных целей для будущих космических миссий ESA и NASA по поиску планет, вроде «Дарвина» (Darwin) и TPF (Terrestrial Planet Finder — Искатель планет, подобных Земле). Эти космические обсерватории позволят уточнить свойства их атмосфер.

Максим Борисов, статья адаптирована с сайта <http://elementy.ru>

ОПТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НАБЛЮДЕНИЯ НЕБА доступные астроному- любителю

Вступление

В последнее время появилось большое количество прекрасных оптических приборов, ориентированных на астрономов-любителей. Это телескопы, объективы, окуляры производства отечественных фирм. Нужно отметить продукцию частных фирм, возникающих на базе любительских коллективов: Интес, Интес-микро, Интер Оптик (Москва), а также приборы, выпускаемые традиционными оптическими заводами стран СНГ: Ленинградским оптико-механическим объединением (ЛОМО), Лыткаринским заводом оптического стекла, Загорским оптико-механическим заводом (ЗОМЗ), Новосибирским приборостроительным заводом, Изюмским оптико-механическим заводом, Киевским заводом «Арсенал» (приборы «АРСАТ») и др. Астрономы-любители стран СНГ получили так же доступ к оптическим приборам и иностранного производства. Но ориентация отечественных производителей оптики на иностранных покупателей, упадок оптико-механического производства в странах бывшего СССР, высокая стоимость иностранных приборов приводят к тому, что для большинства любителей оптики и астрономии эти приборы стали недоступными.

В этой ситуации целесообразно вспомнить старые отличные оптические приборы, выпускавшиеся в СССР для различных целей. Эти приборы иногда встречаются в частной продаже за доступную цену, и могут послужить базой для создания неплохих телескопов для наблюдения и фотографирования звездного неба.

Школьные

телескопы

Менисковый школьный телескоп Максутова ТМШ.

Диаметр свободного отверстия объектива $D=70\text{мм}$, фокусное расстояние объектива $F=704\text{мм}$, увеличение $\Gamma=25\text{x}, 70\text{x}$. Оптическая схема телескопа показана на рис.1. В телескопе использованы окуляр Кельнера (25x) и трехлинзовый с удаленным зрачком (70x). Окуляры укреплены на подвижной траверсе, позволяющей менять увеличение. Имеются зенитные призмы. Монтровка телескопа азимутальная на настольном штативе. Телескоп дает прекрасного качества изображение. Телескоп выпускался в 60 г. Ленинградским оптико-механическим заводом треста «Русские самоцветы». На рис.2 показаны некоторые товарные знаки советских оптических заводов.

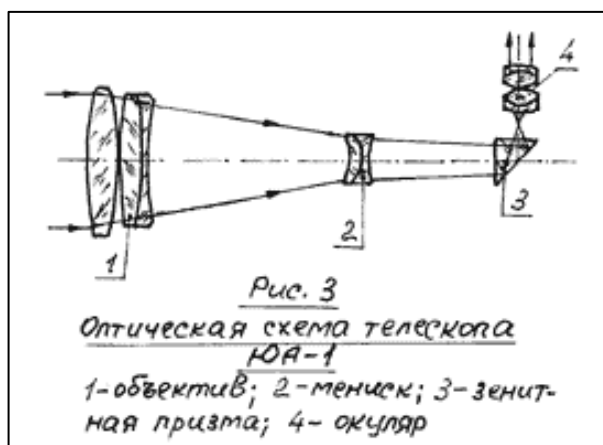
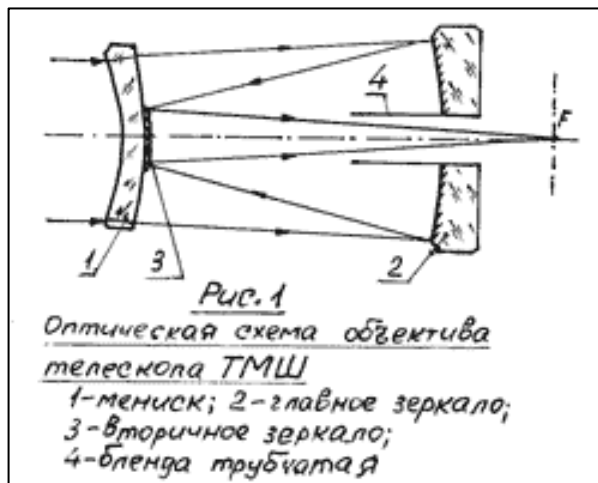
Большой школьный телескоп-рефрактор РТ.

Объектив - двухлинзовый несклеенный ахромат Фраунгофера, $D=80\text{мм}$, $F=800\text{мм}$. Используются окуляры Кельнера с фокусным расстоянием $f=28\text{мм}$; 20мм и симметричный окуляр $f=10\text{мм}$. Телескоп смонтирован на параллактической монтровке. Увеличения телескопа $\Gamma=28\text{x}$; 40x; 80x.

Малый школьный телескоп-рефрактор.

Выполнен на той же элементной базе. Имеет объектив $D=60\text{мм}$; $F=600\text{мм}$. Телескопы дают отличного качества изображение. Выпускались заводом №6 школьного приборостроения в г. Загорске в 70 гг. Телескоп ЮА-1 «Юный астроном».

Оптическая схема телескопа приведена на рис.3. Диаметр объектива 40 мм, увеличение - 45x. Телескоп имеет встроенную зенитную призму 3. Создан на элементной базе зрительной трубы нивелира. Крепится на фотоштативе, имеет визир, очень компактный (длина 236мм, масса 700г.), качество изображения хорошее. Телескоп был выпущен в 1987г. небольшой партией в харьковском заводом «Точприбор».



Описанные выше телескопы чисто визуальные и не позволяют фотографировать объекты наблюдения.

Зрительные

трубы

Отличаются от телескопов наличием линзовых или призмных оборачивающих систем. Для наблюдения неба наиболее подходят светосильные трубы с увеличением выше

Зрительная труба ЗРТ-452

Выполнена по классической схеме: объектив двухлинзовый склеенный ахромат $D=75\text{мм}$, $F=600\text{мм}$. Окулярная часть - половина бинокля БП 8x30 со снятым объективом. Оборачивающая система - призмная. Порро первого рода, окуляр - пятилинзовый широкоугольный Эрфле второго типа $f=15\text{мм}$. Увеличение трубы $\Gamma=40\text{x}$. Труба дает высокое качество изображения. Предназначалась в основном для наблюдения мишеней в стрелковых тирах. Выпускалась Казанским ОМЗ в 60-х годах.

Зрительная труба ЗРТ-457

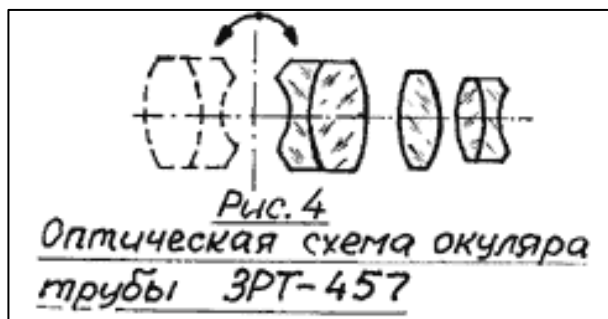
Оптическая схема аналогична трубе ЗРТ-450: объектив - двухлинзовый склеенный ахромат $D=70\text{мм}$, $F=450\text{мм}$, оборачивающая система - призмная Порро первого рода, окуляр пятилинзовый. Линзовый блок окуляра может переворачиваться на 180 градусов, чем достигается изменение фокусного расстояния окуляра в два раза (см. рис.4). Труба имеет увеличение $\Gamma=30\text{x}; 60\text{x}$. Качество изображения при $\Gamma=30\text{x}$ несколько хуже. Имеется удобный компактный объектив и металлический укладочный ящик. Труба предназначалась для наблюдений мишеней в тирах и на стрельбищах. Выпускалась казанским ОМЗ вместо ЗРТ-452 после 60-х гг.

Зрительная труба ЗРТ-454

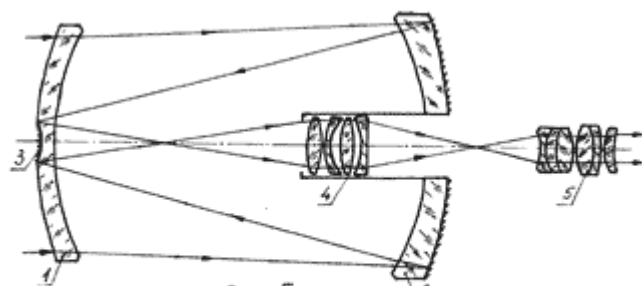
Оптическая схема трубы представлена на рис.5. Труба представляет собой зеркально-линзовую менисковую систему с линзовой оборачивающей системой. $D=130\text{мм}$; $F=1000\text{мм}$; $\Gamma=25\text{x}; 50\text{x}; 80\text{x}; (100\text{x})$, смена увеличений осуществляется последовательным подключением трех окуляров, смонтированных на револьверной головке. Увеличение 25x достигается при помощи окуляра Кельнера, остальные увеличения при помощи широкоугольных окуляров с удаленным зрачком (см. рис.5). Особенностью трубы является применение зеркал Манжена с внутренним покрытием. Такое зеркало представляет собой комбинацию зеркала и отрицательной линзы. Вторичное зеркало 3 закрывает всего 4% площади входного зрачка. Труба очень компактна, смонтирована на азимутальной вилочной установке. Имеет литой настольный штатив или полевой штатив-треногу. Перемещение по осям осуществляется при помощи шестеренчатой и червячной передач. Окулярная головка перемещается при помощи кремальеры. Окуляры имеют диоптральную наводку. Система обладает высокой разрешающей способностью и дает прямое изображение объекта. Труба выпускалась казанским ОМЗ в 70-х годах.

Зрительная труба ЗРТ-460

Построена по классической схеме: имеет двухлинзовый склеенный объектив $D=50\text{мм}$; $F=300\text{мм}$, призмную оборачивающую систему Порро первого рода, широкоугольный пятилинзовый окуляр Эрфле второго типа с $f=15\text{мм}$. Увеличение трубы 20x. Труба имеет удобную рукоятку или может быть установлена на фото штативе с резьбой 3/8". Имеет металлический укладочный ящик или пластмассовый чехол. Выпускается казанским ОМЗ.



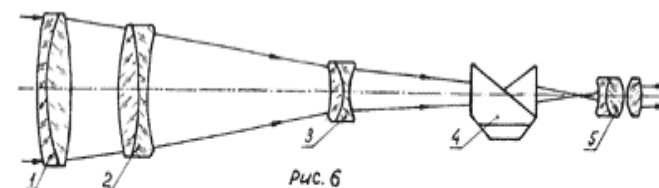
Качество изображения высокое.



Оптическая схема зрительной трубы ЗРТ-454
1-мениск; 2-главное зеркало; 3-вторичное зеркало; 4-оборачивающая и корректирующая система; 5-окуляр

Зрительная труба (телескоп) ТЗТ-90x-0.5

Особенность трубы - большое увеличение ($\Gamma=90\text{x}$) при минимальных габаритах ($D=51\text{мм}$, минимальная длина 310мм). Поэтому объектив выполнен по схеме телеобъектива, состоящего из трех склеенных блоков по две линзы в каждом (см. рис.6) с эквивалентным фокусным расстоянием порядка 600-700мм. Оборачиваемая система - призма Аббе с крышей, окуляр - трехлинзовый с удаленным зрачком. Труба оснащена портативным настольным штативом или может устанавливаться на фото штативах с присоединительной резьбой 1/4" или 3/8". Труба дает хорошее качество изображения. Заметен голубой хроматизм. Низкая светосила (диаметр выходного зрачка $d=0,6\text{мм}$), поэтому труба может использоваться для наблюдений ярких объектов. Труба выпускалась Изюмским ОМЗ в 80...90гг.



Оптическая схема зрительной трубы ТЗТ-90x-0.5°
1,2,3-линзовые блоки телеобъектива;
4-оборачивающая призма Аббе; 5-окуляр

Зрительная труба ТЗП-36x-1.20

Объектив - двухлинзовый склеенный ахромат, $D=45\text{мм}$; $F=290\text{мм}$, оборачивающая система - призма Аббе, окуляр - симметричный четырехлинзовый с $f=8\text{мм}$. Труба дает высокое качество изображения с увеличением $\Gamma=36\text{x}$. Недостатком является заметная засветка изображения бликующими блестящими внутренними поверхностями трубы. Необходима установка противореальных диафрагм. Особенность трубы - минимальный вес 300г, т.к. все детали (кроме оптических и крепежа) выполнены из пластмассы. Имеет бронзовое гнездо 8/3" для крепления к штативу, выпускалась в 80...90гг. изюмским ОМЗ.

Зрительная труба ТЗО «МИККО»

Объектив - шестилинзовый телеобъектив, состоящий из шести линз. Оптическая схема схожа с рис.6. Световой диаметр объектива - 40мм. Оборачиваемая система - призма Аббе, окуляр - широкоугольный пятилинзовый Эрфле второго типа. Увеличение трубы $\Gamma=30\text{x}$. Качество изображения высокое. Труба выполнена на основе элементной базы маркшейдерских инструментов, поэтому она очень компактна (длина - 175мм). Наводка на резкость - перемещением отрицательного блока 3 телеобъектива (рис. 6). Труба имеет штативное гнездо 1/4". Выпускалась труба в 80...90гг. уральским ОМЗ, г. Екатеринбург.

Зрительная труба АРСАТ 30x75

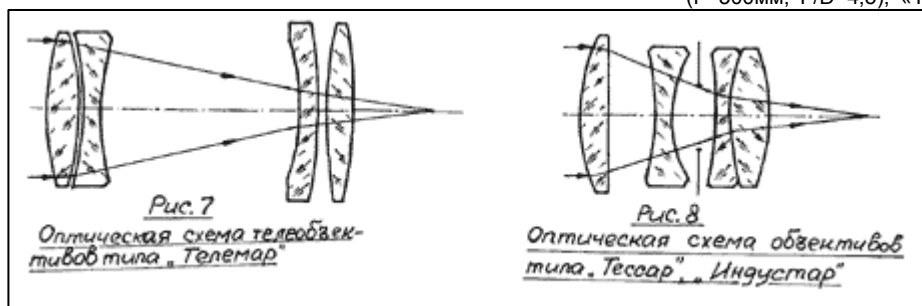
Оптическая схема так же схожа с рис.6. В состав телеобъектива входит положительная линза - фокусный преобразователь, которая включается в ход лучей при рассмотрении близких предметов. Труба портативная раздвижная. Диаметр объектива 75мм, увеличение трубы

$G=30x$. Оборачивающая система - призмная с крышей, типа Аббе, окуляр широкоугольный. Труба светосильная с высоким разрешением. Имеет штативное гнездо 1/4", 3/8". Труба появилась в 90-х годах, производитель - киевский ОМЗ "Арсенал".

Описанные выше зрительные трубы чисто визуальные и не приспособлены для фотографирования объектов наблюдения. В качестве портативных телескопов можно использовать зрительные трубы нивелиров и теодолитов. Приборы прошлых лет выпуска не имеют оборачивающих систем Порро второго рода или призмы типа Аббе. Наиболее часто встречаются трубы производства Харьковского завода «Точприбор» и изюмского ОМЗ.

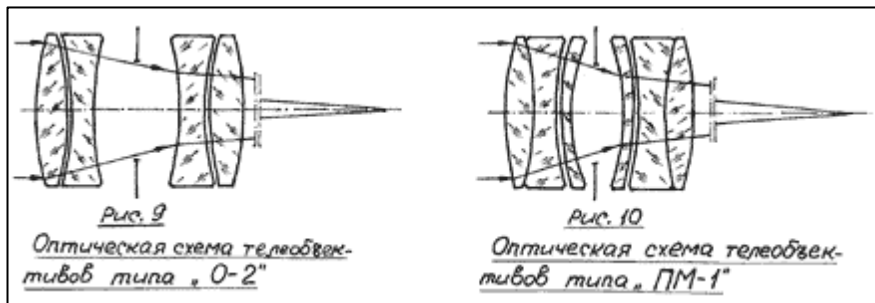
Фотографические телеобъективы

Наиболее просто построить телескоп на основе хорошего фотографического телеобъектива с фокусным расстоянием свыше 200мм и относительным фокусным расстоянием $F/D > 4$. Для этой цели пригодны объективы, предназначенные для цветной фотографии и имеющие соответствующие сорта стекла и просветление. Мало пригодны старые объективы с сильным просветлением, предназначенные для черно-белой фотографии, т.к. в проходящем свете они дают заметную желтую окраску объектов наблюдения для этой цели также мало подходят инфракрасные объективы, т.к. они имеют сниженное разрешение и дают заметную желтизну изображаемых объектов. Они хороши для специальных исследований инфракрасный спектр астрономических объектов. Из фотографических телеобъективов прошлых лет выпуска можно рекомендовать следующие. Фотообъективы типа «Телемар», «Ленинград». Оптическая схема этих объективов приведена на рис.7. По этой схеме выполнены фотообъектив «Телемар-22» ($F=200\text{мм}$; $F/D=5,6$), «Телемар-2», «Телемар-17» и др., предназначенные для аэрофото съемки. Объективы дают высокое качество изображения. Объектив «Телемар-22» предназначен для фотопленки с размером кадра 24x36мм, аэрофотообъективы кроют кадр 300x300мм.



Фотообъективы типа «Индустар». Объектив «Тессар» разработан фирмой «К.Цейс» в 1920г. (см. рис.8). В СССР выпускался под названием «Индустар». Интерес представляют аэрофотообъективы «Индустар-52» (те же параметры), выпускавшиеся в 60г. Для полиграфической промышленности создана серия апохроматических репродуктивных объективов «Arotessar» (Германия). В СССР в 60 г. ЛОМО была выпущена серия аналогичных апохроматов «Индустар-11М» с фокусными расстояниями $F=300; 450; 600; 750; 900; 1200\text{мм}$ и относительным фокусным расстоянием $F/D=9$. Объективы имеют высокое разрешение, качество изображения, ортоскопичны. Снабжены ирисовыми диафрагмами с относительными отверстиями $D/F=1:9-1:32$. В комплекте имеются высококачественные плоские оборотные зеркала с наружным покрытием, которые также с успехом могут быть использованы в телескопостроении. Фотообъективы типа «О-2», «РФ», «ПМ-1». Несколько позже (70г.) в СССР взамен объективов

«Индустар-11М» ЛОМО была выпущена серия более совершенных репродуктивных апохроматов «О-2»



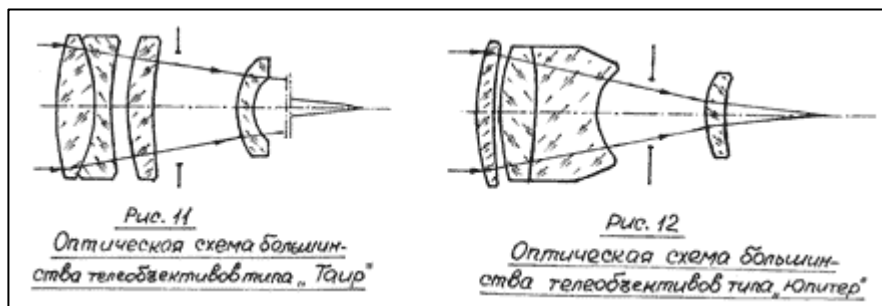
($F=600\text{мм}; 750\text{мм}; F/D=10$), «РФ-3», «РФ-4», «РФ-5» с фокусными расстояниями соответственно 300, 360, 450мм и $F/D=10$, «ПМ-1» с фокусными расстояниями 900,1200мм, $F/D=15$. Оптические схемы этих объективов приведены на рис.9,10. Видно, что объективы выполнены по симметричным схемам.

Максусовские телеобъективы МТО-500; МТО-1000 Спроектированы советским оптиком Максусовым Д.Д. и начали выпускаться в 50...60гг. красногорским ОМЗ. Оптическая схема этих объективов подобна схеме, приведенной на рис.1. Эти объективы получили большой приз на международной выставке в Брюсселе в 1958г. вместе с другими отечественными фотообъективами. Предназначались они для зеркальных фотокамер с присоединительной резьбой М39x1. Фокусные расстояния объективов соответственно $F=500\text{мм}; F/D=8$; $F=1000\text{мм}; F/D=10$. Среди объективов красногорского завода, снабженных надписью «Grand Prix», Брюссель, 1958г., встречаются весьма качественные, которые могут быть достойной основой для изготовления телескопа. Позже качество этих объективов МТО-1000 несколько ухудшилось, хотя среди объектов МТО-500 можно встретить хорошие экземпляры. Далее рассматриваемые объективы были реконструированы и стали выпускаться под обозначением «3М» (зеркально-менисковые). Для телескопов они тоже "мягковаты".

Фотообъективы типа «Таир». К ним относятся фотообъектив «Таир-3» для узкой пленки ($F=300\text{мм}; F/D=4,5$), киносъемочный объектив «ОКС-1-300-1» ($F=300\text{мм}; F/D=3,5$), аэрофотообъективы «Таир-30» ($F=300\text{мм}; F/D=4,5$), «Таир-16» ($F=500\text{мм}; F/D=4,5$), «Таир-10» ($F=750\text{мм}; F/D=4,5$). Оптическая схема объективов «Таир» приведена на рис.11. Объектив «Таир-3» загорского завода также удостоен «Grand Prix» в Брюсселе, 1958г. Используется в зеркальных фотокамерах и фоторужье «Фотоснайпер», присоединительная резьба М39x1; М42x1. Все указанные объективы «Таир» дают высокое качество изображения и могут быть хорошей основой для любительского телескопа. Большинство из них снабжены ирисовыми диафрагмами.

Фотообъективы типа «Юпитер». Оптическая схема большинства телеобъективов этого типа приведена на рис.12. к ним относятся телеобъективы «Юпитер-11» ($F=135\text{мм}; F/D=4$), «Юпитер-21» ($F=200\text{мм}; F/D=4$), «Юпитер-36» ($F=250\text{мм}; F/D=3,5$). Эти объективы спроектированы на основе немецкой серии объективов «Зоннар», выпускались красногорским ОМЗ, заводом «Арсенал», обладают высоким разрешением и качеством изображения. Предназначались для зеркальных фотокамер с присоединительной резьбой М39x1; М42x1, а также для широкоплеченочных зеркальных аппаратов типа «Киев-6С», «Киев-60», «Pentacomp six». Фотообъективы других типов. Хорошие результаты получаются при использовании трансфокаторов (зумов) завода «Арсенал» «Грант=11» ($F=80...200\text{мм}; F/D=4,5$), спроектированных для узкой пленки, а также «МС Телестар-5Б» ($F=250\text{мм}; F/D=5,6$),

предназначенных для широкой пленки, выпускаемых киевским заводом «Арсенал». Широкоплочные объективы с байонетным хвостиком типа «Б» удобны также тем, что они имеют адаптеры к фотокамерам с резьбой М42х1 и байонетам фотоаппаратов «Киев-19». Безусловно, если позволяют средства, можно использовать длиннофокусные качественные телеобъективы иностранных фирм.



Использование телеконвертеров и окулярных приставок

Фокусное расстояние описанных выше телеобъективов можно увеличить в два раза, если присоединить к ним двукратные телеконвертеры, выпускавшиеся Харьковским заводом «Точприбор» и Киевским заводом «Арсенал». Телеконвертер представляет собой высококачественную четырех-шестилинзовую отрицательную оптическую систему, устанавливаемую за объективом и увеличивающую его фокусное расстояние. Следовательно, он представляет собой вариант линзы Барлоу, которая используется в телескопостроении. Выпущены двукратные телеконвертеры МС К-1 киевским заводом «Арсенал» с присоединительной резьбой М42х1, телеконвертеры МС К-6Б для широкоплочных фотообъективов с байонетом типа «Б». Эти телеконвертеры также выпущены киевским заводом «Арсенал».

Любой фотообъектив с присоединительной резьбой М42х1 может быть превращен в компактную зрительную трубу (телескоп) при помощи окулярных приставок, выпущенных харьковским заводом «Точприбор» и лыткаринским заводом оптического стекла М42х1. Окулярная приставка харьковского завода «Точприбор» представляет собой призмную оборачивающую систему Парро второго рода, соединенную с четырехлинзовым симметричным окуляром, имеющим фокусное расстояние $f=8\text{мм}$. Приставка очень компактна, дает прекрасное качество изображения. Она выполнена на элементной базе маркшейдерских приборов. Недостаток - малое поле зрения. Присоединительная резьба к объективу - М42х1. Лыткаринский завод оптического стекла выпустил окулярную насадку «Турист-ФЛ» с присоединительной резьбой к объективу М42х1. Насадка представляет собой оборачивающую линзовую систему, состоящую из двух склеенных блоков, и симметричного четырехлинзового окуляра с эквивалентным фокусным расстоянием $f=9\text{мм}$. Насадка дает хорошее качество изображения и большое поле зрения.

Можно изготовить окулярную приставку самому, используя готовые окуляры. Наиболее подходящими являются симметричные окуляры. Наиболее подходящими являются симметричные окуляры к биологическим микроскопам 15С с увеличением 15х. Они имеют большое поле зрения. Лучше всего иметь комплект окуляров Кельнера с увеличением $\Gamma=6\text{х}; 8\text{х}; 12,5\text{х};$ и окуляр Эрфле второго типа с увеличением $\Gamma=14\text{х}$, которые применяются в микроскопах МБС-1, МБС-2 старого выпуска (ЛОМО) и современных микроскопах МБС-9; МБС-10 (Лыткаринский завод оптического стекла).

Трубы коллиматоров. Коллиматор - проекционный прибор, проектирующий изображение звезды или мира в бесконечность. Это изображение рассматривается при помощи исследуемого объектива, и по его аберрациям делается вывод о качестве объектива. В силу этого, качество объектива коллиматора должно быть идеальным. Такие объективы подбираются из астрономических

ахроматов и апохроматов. Труба коллиматора с кремальерой и окулярами представляет собой готовый телескоп. Необходимо лишь изготовить монтировку (штатив), т.к. труба коллиматора крепится горизонтально на оптической скамье.

Наиболее подходящими являются трубы больших коллиматоров оптических скамей ОСК-2 и ОСК-3. Скамья

ОСК-2 оснащена коллиматором с двухлинзовым несклеенным ахроматическим объективом Фраунгофера $D=150\text{мм}, F=1600\text{мм}$. Скамья ОСК-3 имеет аналогичный объектив $D=100\text{мм}, F=1000\text{мм}$. Наиболее распространены коллиматоры с фокусным расстоянием $F=600; 1000; 1200; 1600; 2500; 3000\text{мм}$. Объективы коллиматоров дают высокое качество изображения. Итак, приобрета за доступную цену или используя списанный

подходящий объектив, можно на его основе построить неплохой телескоп для наблюдения и фотографирования звездного неба.

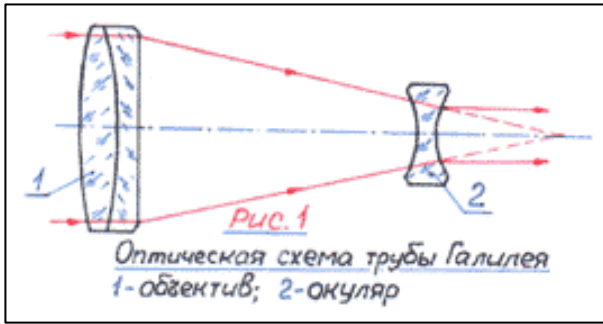
Бинокли

Бинокль представляет собой двоякую зрительную трубу, позволяющую наблюдать с увеличением удаленные предметы двумя глазами и создающую объемное изображение предметов. Небольшой, легкий, светосильный с большим полем зрения, дающий высокое качество изображения бинокль доставляет удовольствие в туристическом походе, в театре помогает в научной экспедиции, необходим в боевых условиях как наблюдательный и дальномерный прибор. Бинокль также с успехом может использоваться для наблюдения звездного неба.

Бинокль появился сразу же после изобретения зрительной трубы, т.е. в начале 17 века. Первые зрительные трубы, состоящие из длиннофокусной положительной линзы объектива короткофокусной рассеивающей линзы окуляра, появились в Голландии. Такая труба более известна как труба Галилея, т.к. она спроектирована, изготовлена и описана этим итальянским ученым для наблюдения звездного неба. Бинокль, состоящий из двух таких труб известен как галилеевский или простой.

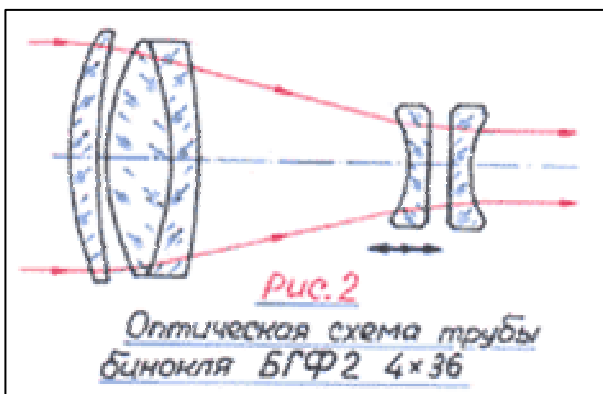
Галилеевские бинокли

Качество зрительных труб, в том числе и галилеевских биноклей, существенно возросло в 18 веке, когда английский мастер-оптик Д. Доллонд опытным путем создал двухлинзовый ахроматический объектив, состоящий из положительной и отрицательной линз разной оптической силы и дисперсии (способности различать белый свет в спектр). Теория зрительных труб развивалась таким известными учеными разных стран как Г. Галилей, И. Кеплер, Р. Декарт, Х. Гюйгенс, И. Ньютон, Л. Эйлер, М. В. Ломоносов, И. Фраунгофер, В. Гершель, К. Гаусс, О. Френель, Х. Аббе, П. Рудольф и др. Оптико-механическая промышленность ведущих стран на базе этих научных и инженерных разработок создала серию прекрасных оптических приборов, в том числе и биноклей. На рис.1 показана оптическая схема трубки галилеевского бинокля. Бинокль состоит из двухлинзового собирающего свет склеенного объектива и однолинзового рассеивающего окуляра. Увеличение бинокля равно отношению фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра. Геометрическая длина трубки равна разности фокусных расстояний объектива и окуляра. Свет из окуляра бинокля выходит узким параллельным пучком и попадает в глаз. Бинокль дает прямое увеличенное изображение удаленного предмета, что создает иллюзию приближения. Изображение, создаваемое биноклем Галилея, нельзя спроектировать на экран, матовое стекло, в него нельзя внедриться измерительной сеткой, чтобы измерить наблюдаемые предметы, т.е. такое изображение мнимое, и строится в нашем мозгу благодаря глазу.



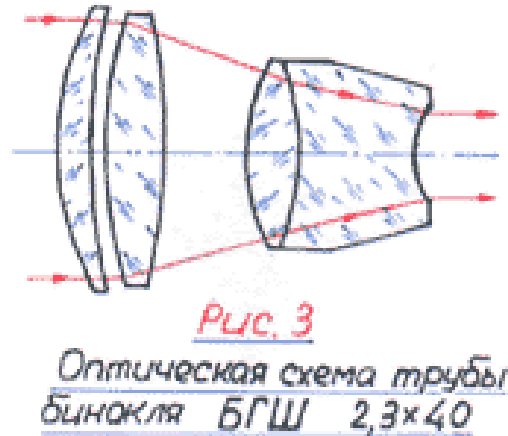
Бинокль Галилея имеет ряд положительных качеств. Это простота, дешевизна и компактность конструкции. Минимальное количество оптических деталей обуславливает потери света на отражение и поглощение в стекле. Благодаря этому изображение, даваемое хорошим галилеевским биноклем, очень яркое, четкое "бриллиантовое". Поэтому часто галилеевские бинокли используются в качестве сумеречных, ночных во флоте. Но бинокли Галилея имеют малое поле зрения, т.к. изображение объектива, рассматриваемое через окуляр, мнимое, находится глубоко внутри бинокля, его нельзя совместить со зрачком глаза. Наблюдение в галилеевский бинокль напоминает наблюдение через замочную скважину, когда обзор очень ограничен. Чем больше увеличение бинокля, тем глубже изображение объектива, тем меньше поле зрения. Поэтому трубы и бинокли Галилея не дают больших увеличений (не более 6х..8х). Мнимое изображение не позволяет использовать в бинокле измерительных сеток, т.е. использовать его как измерительный прибор. Совершенствование Галилеевских биноклей ведут в направлении увеличения их светосилы, поля зрения. Для этого усложняют объектив, окуляр, используют малые увеличения (2х..4х), т.е. пытаются приблизить "замочную скважину" к глазу без ухудшения качества изображения. Делают бинокли с внутренней фокусировкой, т.е. наводка на резкость обеспечивается внутренними подвижными линзами окуляра. Это позволяет снизить габариты и массу бинокля, выполнить его герметичным, пылезащищенным.

На рис.2 показана оптическая схема галилеевского бинокля БГФ2 4х36(бинокль галилеевский с внутренней фокусировкой, вторая модель, увеличение 4х, диаметр объектива – 36мм) производства лыткаринского завода оптического стекла, а на рис.3 – оптическая схема широкоугольного бинокля БГШ 2,3х40 производства загорского оптико-механического завода. Наводка на резкость бинокля рис.2 осуществляется перемещением внутренней линзы окуляра. Бинокль рис.3 отличается высоким качеством изображения и большим углом поля зрения (28°). Хорошими оптическими характеристиками обладает и бинокль БГФ2 4х36. Оба бинокля просветлены. Зрительные трубки Галилея часто используют в качестве средства изменения увеличения микроскопов, больших зрительных труб, где они используются как большие оптические узлы.



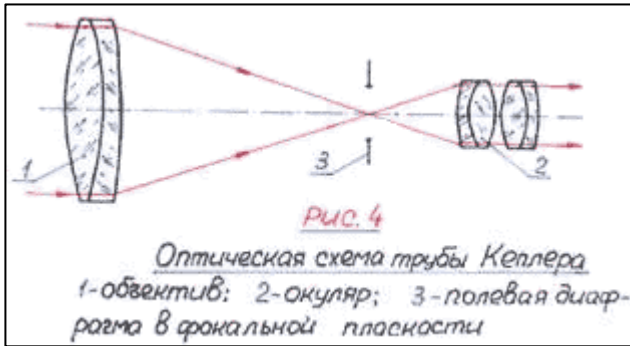
Призменные бинокли

Эти бинокли, имеющие большие увеличения и поля зрения, создаются на основе антипода трубе Галилея – трубе Кеплера. Оптическая схема трубы Кеплера показана на рис.3. Перевернутое, действительное изображение предметов, создаваемое объективом 1 в фокальной плоскости, рассматривается при помощи сильной лупы – окуляра 2. В изображение предметов можно внедриться измерительной сеткой и измерить размеры этих предметов, причем сетка будет четко видна на фоне предметов. Термодатчик внедренный в изображение предмета, позволяет измерить температуру предмета, и т.д., т.е. труба Кеплера может быть использована как измерительный прибор.

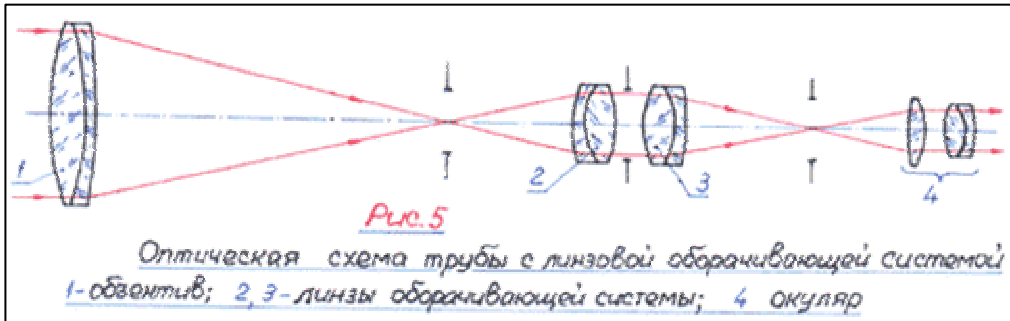


Из окуляра свет выходит параллельным пучком и попадает в глаз. Этот пучок круглый и представляет собой уменьшенное изображение объектива, даваемое окуляром. Это изображение реально, оно может быть спроектировано на экран, матовое стекло, измерено. Это изображение называется выходным зрачком трубы (выходной зрачок – световой диаметр оправы объектива). Выходной зрачок как бы повисает в воздухе на определенном расстоянии от поверхности последней линзы окуляра. Это расстояние называется удалением выходного зрачка и определяется конструкцией окуляра. Удаленный выходной зрачок трубы должен быть совмещен со зрачком глаза. Совмещение зрачка глаза с выходным зрачком трубы равноценно помещению глаза в объектив, т.е. глаз наблюдает за предметами непосредственно через оправу объектива, без помех. Эффекта "замочной скважины" нет в отличие от трубы Галилея. Это сильно увеличивает поле зрения, наблюдатель как бы попадает в пространство изображений и видит удаленные предметы вблизи, как в волшебном мире. К сожалению, человек не научился делать широкоугольные окуляры, эквивалентные по полю зрения и качеству изображения человеческому глазу. Поэтому в фокальной плоскости окуляра приходится устанавливать полевую диафрагму, обеспечивающие высокое качество изображения по всему полю зрения, доставляют большое удовольствие при наблюдении в оптический прибор. Увеличение трубы Кеплера равно отношению фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра, или отношению диаметра объектива к диаметру выходного зрачка. Оптическая длина трубы Кеплера равна сумме фокусных расстояний объектива и окуляра, т.е. труба Кеплера длиннее трубы Галилея при всех прочих равных условиях.

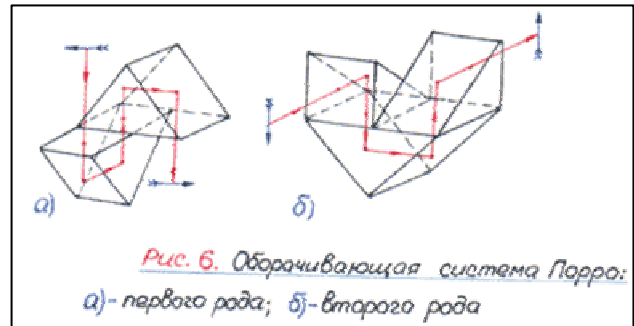
Труба Кеплера в виде, изображенном на рис.4, используется в телескопах и микроскопах, где допускается перевернутое изображение. Действительно, при наблюдении звезды не имеет значения, что она перевернута. При наблюдении в микроскоп проще перевернуть сам предмет, находящийся, как правило, на предметном стекле. При наблюдении наземных предметов необходимы оборачивающие оптические системы, превращающие трубу Кеплера в зрительную трубу, бинокль.



Существуют линзовые и призмные оборачивающие системы. Наиболее древние и простые – линзовые. На рис.5 показана труба с линзовой оборачивающей системой. Действительно, объектив 1 и первый компонент 2 оборачивающей системы составляют первую зрительную трубу Кеплера, дающую перевернутое изображение предметов. Компонент 3 (объектив) и окуляр 4 – вторая зрительная труба, еще раз переворачивающая изображение. В результате труба дает прямое увеличение изображения предметов, т.е. является земной зрительной трубой. Явным недостатком такой трубы является ее большая длина. Бинокли на базе таких труб встречаются редко из-за их больших размеров.



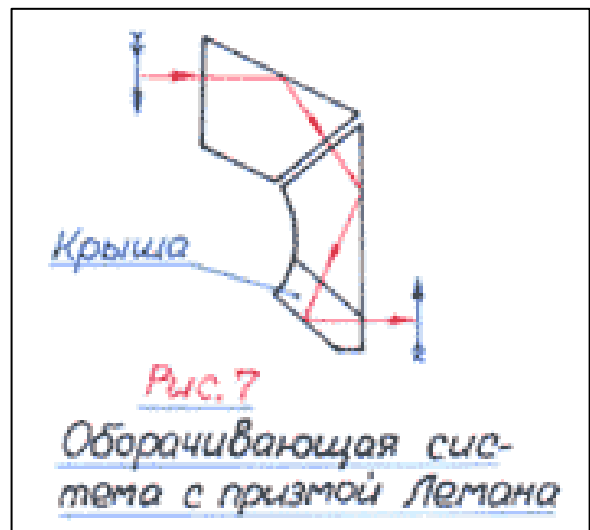
В биноклях чаще применяются призмные оборачивающие системы, использующие эффект полного внутреннего отражения света в спектральных призмах. Многократно отражаясь в призмах, изображение оборачивается на 180°, т.е. становится прямым. Наибольшее распространение в биноклях получили призмные системы, предложенные Французским оптиком Порро и русским оптиком Малафеевым, а также немецким оптиком Э. Аббе. На рис.6 показана призмная оборачивающая система Порро первого (а) и второго (б) рода. Прямоугольные призмы, составляющие систему, установлены или с воздушным зазором между ними, или склеены в призмный блок. Оборачивающая система устанавливается в сходящемся световом пучке между объективом и окуляром. Из-за сложного пути светового пучка в призмах заметно уменьшается длина зрительной трубы. Видно, что световой луч после прохождения оборачивающей системы сдвигается параллельно сам себе, т.е. такая ограничивающая система зрительной трубе создает перископичность, когда объектив и окуляр сдвинуты друг относительно друга. Это придает призмному биноклю с оборачивающей системой с оборачивающей системой Порро характерный вид, когда объективы разведены шире окуляров (на величину перископичности). В этом случае говорят, что глаза объективов (расстояние между осями объективов) больше базы окуляров. Бинокль с такими характеристиками дает повышенную объемность изображения, или имеет повышенную пластинку. Бинокль с повышенной объемностью хорош при наблюдении природы в полевых условиях (полевой бинокль). Наоборот, в театре повышенная объемность восприятию событий на сцене. В этом случае трубки бинокля соединяются шарниром так, чтобы база объективов была меньше базы окуляров. Это уменьшает объемность, создаваемую биноклем (театральный бинокль), и делает бинокль более компактным.



Наиболее часто встречаются бинокли с призмами Порро. Такие бинокли впервые массово начала производить немецкая фирма Карла Цейсса, поэтому они часто называются цейссовскими. Призмные бинокли выпускаются с увеличениями, находящимися в широких пределах. Увеличения до 6х считаются малыми, 6х...10х – средними, выше 10х – большими. Встречаются бинокли с увеличением 25х и выше. Для повышения объемности изображения увеличивают базу объективов, для чего применяют призмные системы с большой перископичностью. К таким системам относятся оборачивающие системы с призмами Лемана. Такая система показана на рис.7. Известен пятикратный складной бинокль "Стенор" с повышенной пластинкой фирмы К.Цейсс, в котором использованы призмы Лемана. Такая

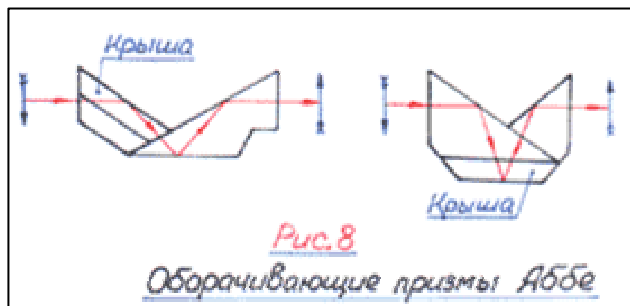
призма имеет "крышу", т.е. две грани, расположенные друг к другу под углом 90°, напоминающие двускатную крышу дома. В настоящее время модны компактные призмные бинокли средних увеличений, база объективов и окуляров у которых одинакова, т.е. трубы у

таких биноклей прямые. В таких биноклях используются оборачивающие призмы с крышкой, не создающие перископичности. Таким свойством обладают оборачивающие призмы Аббе, изображенные на рис.8, или подобные им. Такие бинокли часто выполняются герметичными с внутренней фокусировкой, когда наводка на резкость осуществляется перемещением внутреннего компонента окуляра.



Модными стали бинокли с бесступенчатым переменным увеличением (8х...20х; 12х...60х и др.), т.е. трансфокаторы или "зуммы". Переменное увеличение достигается плавным перемещением линзового блока, помещенного между

призмной системой и окуляром. Эти блоки двух трубок бинокля кинематически связаны при помощи шестерен и перемещаются синхронно. Недостатком таких биноклей является необходимость установки их на штатив при использовании больших увеличений, что не всегда предусмотрено. Наблюдение с рук при таких увеличениях затруднительно из-за дрожания бинокля и изображения предметов. Кроме того, не при всех увеличениях обеспечивается высокое качество изображения и большое поле зрения.



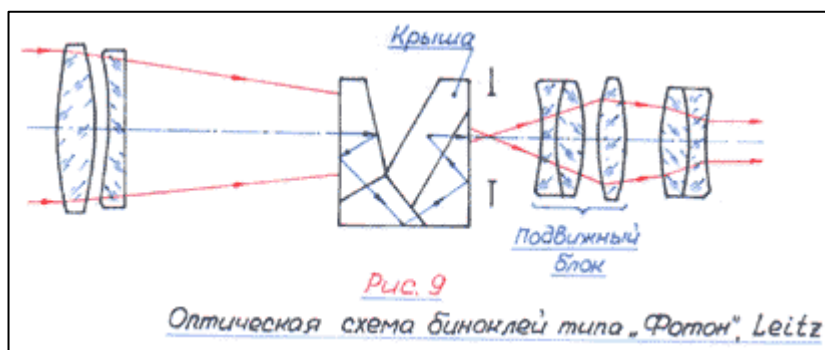
Существуют бинокли, у которых предусмотрена механическая или оптическая компенсация дрожания изображения предметов. При механической компенсации бинокль устанавливается на гироскопическую платформу, удерживаемую в руках. При вращении гироскопов платформа стабилизируется и работает как штатив. Эта система более старая, громоздкая. При оптической стабилизации выполняется подвижным один из компонентов оборачивающей призмной системы, который под управлением микропроцессора дрожит в противофазе дрожанию изображения. В результате изображение в поле зрения бинокля стабилизируется. Эти бинокли очень сложны и дороги. Эксплуатация биноклей в полевых условиях показала, что оптимальным увеличением является 6х...8х. Поэтому сейчас в войсках нет большого разнообразия биноклей, как это было раньше. Военные бинокли в поле зрения имеют дальномерные и другие сетки, снабжены инфракрасными светофильтрами, позволяющими засекать объекты тепловых излучений, имеют электронно-оптические преобразователи (ЭОП), позволяющие наблюдать в темноте. Морские бинокли имеют большую светосилу (большие диаметры объективов) при средних увеличениях (7х...10х). Большие увеличения бинокля требуют стабилизации бинокля, т.к. при колебании палубы с рук невозможно. Морские и полевые бинокли обрешены. Резиновый слой защищает бинокли от влаги, ударов. Часто такие бинокли выполняют герметичными, заполнены сухим азотом, имеют устройства для поглощения влаги. Эти мероприятия предотвращают запотевание, обмерзание оптики при снижении температуры, сохранение бинокля при попадании в воду (до 5м глубины). Окуляры биноклей имеют большие поля зрения при сильно удаленном выходном зрачке, что позволяет наблюдать в противогазе, очках.

Особенности биноклей производства советских и постсоветских заводов

Наиболее известны бинокли производства лыткаринского завода оптического стекла (галилеевские театральные с увеличениями 2,5х...4х), харьковского завода "Точприбор" (галилеевские театральные с увеличением 2,5х), загорского оптико-механического завода под Москвой (призмные с призмами Порро первого рода БПВ 7х50; БПБ 12х40; БПБ 15х50; БПЦ 12х40; БПЦ 20х60), казанского оптико-механического завода (призмные с призмами Порро первого рода БПТ 4х20; БПШ 6х24; БПП 8х30; БПЦ5 8х30; БПЦ 10х40; БПЦ 12х45 и др., призмные типа "фотон" с призмами с крышей БКФЦ 5х25; БКФЦ 7х35; БКФЦ 8х40; БКФЦ 10х40 и др.), салаватовского (Башкирия) оптико-

механического завода (призмные с призмами Порро первого рода типа "Беркут" БП 7х35; БПЦ 10х50; БПЦ 10х50; БПЦ 12х40; БПЦ 15х50; БПЦ 20х50; БПЦ 25х70 и др.), изюмского оптико-механического завода (БОС-1 7х12; БОС-2 5,2х12; БМ7х; БМ5,2х соответственно 7х12 и 5,2х12). Буквенно-цифровые обозначения в биноклях имеют следующий смысл. Первая буква Б - бинокль, вторая Г - галилеевский или П - призмный бинокль, третья К - компактный, четвертая буква - назначение или особенность бинокля (П - полевой, Т - театральный, С - спортивный, В - высокосветосильный, Б - большого увеличения, Ш - широкоугольный, Ц - с центральной фокусировкой, Ф - с внутренней фокусировкой), последующая цифра означает номер модели бинокля этого типа: БПЦ5 - пятая модель. Дальнейшие цифры обозначают увеличение бинокля и диаметр объектива в мм: 25х70 - увеличение 25 крат, диаметр объектива - 70мм. Бинокли всех названных заводов обладают высоким качеством изображения, оснащены широкоугольными 4...6 - линзовыми окулярами, надежны в эксплуатации, ремонтноспособны, просветлены, умерены по цене. Казанские бинокли "Фотон" имеют многослойные просветленные оптики, компактны, имеют внутреннюю центральную фокусировку. При центральной фокусировке наводка на резкость производится перемещением обоих окуляров при вращении центрального маховика, смонтированного на шарнирной оси бинокля. Подстройка правого окуляра позволяет корректировать настройку бинокля в случае, когда глаза имеют разную диоптрийность. Центральная фокусировка удобна при наблюдении быстро движущихся объектов, но она требует высокой точности выполнения механических узлов наводки на резкость. Со временем в узлах возникают заметные люфты, приводящие к двоению изображения. Раздельная фокусировка, когда каждый окуляр наводится на резкость индивидуально, более стабильна во времени и при жестких условиях эксплуатации.

На рис.9 представлена оптическая схема биноклей типа "Фотон". Видно, что оптическая ось трубки бинокля не сдвигается, т.е. призмный блок не создает перископичности. В бинокле использованы широкоугольные окуляры Эфле второго рода. Наводку на резкость



осуществляется перемещением подвижного блока линз окуляра, как показано на схеме. Бинокли этой серии выполнены по схеме, аналогичной немецким биноклям фирмы Leitz, но заметно дешевле немецких при сохранении высоких качеств.

Бинокли загорского ОМЗ отличаются высокой светосилой. В них использованы большие призмы, пропускающие широкие световые пучки. в большинстве биноклей салаватовского ОМЗ использованы малые призмы, обеспечивающие компактность конструкции. Бинокли изюмского завода отличаются предельной миниатюрностью. Бинокли БОС-1 и БОС-2 (бинокль-очки стереоскопический) выполнены в виде очков. Но малый диаметр выходного зрачка и его небольшой вынос не всегда обеспечивают удобство наблюдений с заушниками. Поэтому удобно заушники снять и наблюдать как в обычный бинокль. В биноклях использованы призмные оборачивающие системы Порро второго рода, двухлинзовый склеенный ахроматический объектив, окуляр с вынесенным выходным зрачком и большим полем зрения. Качество изображения великолепное. Наводка на резкость осуществляется объективами. Объективные узлы наводки безлюфтовые,

подпружиненные. Бинокли БМ7х, БМ5,2х (бинокли миниатюрные) выполнены по схеме когда, база объектива меньше базы окуляров, в результате чего получены очень маленькие бинокли (85х50х30 мм). Вероятно, меньших размеров делать бинокли нецелесообразно. Бинокли БМ выполнены на элементной базе биноклей БОС.

Особенности биноклей иностранных фирм

Оптические заводы Германии, Японии, Франции, Англии выпускают большое количество разных биноклей разного уровня качества и стоимости. Большое количество заводов, мастерских Китая, Кореи, Филиппин, Индокитая выпускают бинокли конструкций ведущих фирм, но собственной сборки. Несомненно, высоким качеством обладают бинокли производства известных производителей: немецких заводов К.Цейсса, Герца, Шнайдера, Лейца и др., японских фирм Кэнон, Пентакс, Никон, Олимпус, Минольта и др., французской фирмы Гуэ (Huet), некоторых английских и американских фирм. Дешевые бинокли по внешнему виду почти не отличаются от дорогих, но имеют внутренние оптические детали, выполненные из оптических пластмасс, что снижает качество и долговечность прибора. Иностранные бинокли по качеству изображения не выше советских и российских, но превосходят их по качеству выполнения механических узлов и чистоте сборки. У многих советских биноклей отсутствуют полевые диафрагмы в окулярах, заметна осыпка краски на оптических деталях, имеются ворсинки от ваты, мелкая стружка, наблюдается засветка изображения внутренними блестящими поверхностями, не затененными матированием и установкой противоореольных диафрагм.

Обозначения на биноклях имеют следующие значения:

- UCFmini - ультракомпактные;
- UCF V - компактные, призмы Порро;
- DCF – компактные с ROOF-призмой (с крышей);
- CF – стандартный размер, призмы Порро;
- PCF III – стандартные бинокли, призмы Порро;
- WP – водонепроницаемые до глубины 1м;
- PIF – дорогие бинокли в водонепроницаемом исполнении, глубина 5м, заполненные сухим азотом, многослойные просветленные, раздельная фокусировка;
- EXPS – бинокли высокой категории;
- HR – качественные;
- IF – со шкалой дистанции;
- BD – с лазерным дальномером;
- IS – стабилизация изображения (оптическая);
- AF – автофокус.

Цифровые обозначения аналогичны советским биноклям: 8х30 – кратность 8, диаметр объектива 30 мм. Многие бинокли обрешены, имеют внутреннюю и центральную наводку на резкость, рубиновое просветление. Это просветление в отраженном свете красное, т.е. оно в проходящем свете обогащает изображение холодными, голубоватыми тонами, приятными для глаза, в отличие от обычного розового и синего просветления, которое в проходящем свете дает желтизну.

Рекомендации по выбору биноклей

Выбор бинокля – чисто индивидуальный процесс, который определяется желанием, стоимостью, особенностями применения и т.д. Но есть общие соображения, которые стоит изложить. Можно рекомендовать советские бинокли прошлых лет выпуска (60...80г.г.) и современные российские из-за их высокого качества и доступной цены. Эти бинокли не имеют пластмассовых деталей. К сожалению, светосильные бинокли на Украине пока не производятся.

Особенностью рынка иностранных биноклей на Украине (да и в России) является то, что коммерческие структуры завозят дешевые образцы, которые здесь предлагают по цене, в два и выше раза дороже цены производителей, т.е. по цене дорогих моделей. Это делает не целесообразным приобретение таких биноклей. Признаками таких биноклей являются малые габариты,

злоупотребление большой кратностью, часто переменной, большим количеством надписей, раскраски и т.д. Но главное – это нерезкие изображения, окраска изображения, засветка изображения разлитым белым светом, особенно на краю поля зрения. Такие бинокли не удастся навести на резкость (все время не резко), иногда заметно двойное изображения. Лучше такие бинокли не приобретать, т.к. это отрицательно сказывается на зрении при длительных наблюдениях. Но качественные бинокли ведущих производителей дорогие (200, 300 и выше долларов США). Бинокли фиксированной кратности по оптическим характеристикам выше зумов, т.к. сделать бинокль высокого качества изображения при всех увеличениях не удастся. Увеличения выше 12х без штатива или стабилизации изображения использовать не удастся, т.к. дрожание рук и изображения не позволяют рассмотреть предмет, особенно его мелкие детали. Большое значение имеет светосила бинокля, которая определяется диаметром выходного зрачка. Он должен быть соизмерим с диаметром зрачка человеческого глаза, который изменяется от 2мм (яркий солнечный день) до 8мм (ночью). Поэтому рациональная комбинация увеличения и диаметра объектива биноклей, которые преимущественно используются днем, должна обеспечивать выходной зрачок не менее 2мм; для ночных наблюдений – 7...8мм. Например, для дневных наблюдений хороши параметры биноклей 6х12; 8х16; 10х20; 20х40; 30х60 и т.д. для ночных – соответственно: 6х42; 8х56; 10х70; 20х140; 30х210 и т.д. В этом случае весь свет, попавший в объектив, используется глазом. Минимальное значение выходного зрачка бинокля (телескопа) допускается 0,7 мм, т.к. при дальнейшем уменьшении выходного зрачка (росте увеличения) начинается дифракция света на выходном зрачке, что ухудшает резкость изображения. Некоторые люди с качественным зрением хорошо воспринимают изображение при выходном зрачке 0,3...0,4 мм. При выходном зрачке 0,7мм комбинация "увеличение х диаметр объектива" оптического прибора следующие: 6х4,2; 8х5,6; 10х7; 20х14; 30х21 и т.д. Для ночных наблюдений звездного неба хороши бинокли 7х50; 10х50, позволяющие исследовать созвездия, слабые туманности. Для изучения структуры этих объектов нужны светосильные бинокля, телескопы больших увеличений. Для наблюдений больших объектов (Луна, планеты) подходят бинокли больших увеличений: 15х50; 20х60; 25х70, средних увеличений: 8х30; 10х50; 12х40 и др. Могут быть использованы хорошие зумы, например 12...60х70 немецкой фирмы "Солигор" и др. Наблюдать поверхность солнца в бинокль можно лишь установив на объективы полные нейтральные светофильтры, выполненные из стекла или засвеченной черно-белой фотопленки. В противном можно сжечь глаза и ослепнуть.

Представляют интерес самодельные бинокли неплохих параметров, которые изготавливают некоторые любители. Наиболее простой путь – соединить два монокуляра, например МП8х30; МП7х50; МП20х60 и т.д. Но более плодотворный путь – заменить в стандартном бинокле окуляры или объективы, получив новый бинокль желаемых параметров. Автору на основе биноклей БПВ7х50; БП7х35 удалось получить высококачественные бинокли БПШ8х50; БПВ6х35 с великолепным качеством изображения путем замены штатных окуляров симметричными, широкоугольными окулярами от приборов ночного видения механика водителя среднего танка Т-54, Т-55 ранних выпусков. Окуляры выполнены по симметричной схеме, имеют фокусное расстояние 25 мм, световой диаметр линзовых блоков – 27 мм. Постановка в бинокле БПП8х30 вместо штатных короткофокусных (фокусное расстояние 8мм) симметричных окуляров от теодолитов позволила получить бинокль БПБ15х30 с прекрасным качеством изображения. Поле зрения бинокля небольшое.

Замена объектов также позволяет получить хорошие результаты. На основе замены объектов в биноклях БПБ12х40 автору удалось получить бинокли БПБ15х50 и БПЦ20х60 отличного качества. Во всех этих переделках использовались бинокли загорского завода (БПВ7х50, БПБ12х40, БПЦ12х40), казанского завода (БПП8х30), саватовского завода (БП7х35). Автор спроектировал и изготовил миниатюрный бинокль БПБМ17х20 на основе трехлинзовых объективов Доб=25мм, Фоб=80мм, склеенных призмных оборачивающих блоков типа Порро второго рода и окуляров с фокусными расстояниями Фока=4,7мм. Окуляры собраны в корпусах микрообъективов по типу усложненных окуляров Кельнера. Глазная линза – тройной склеенный блок 20х лупы казанского ОМЗ, коллективная линза – двойной блок из разнесенных положительной и отрицательной линз. Окуляры – пятилинзовые с широким полем зрения. Бинокль дает хорошее качество изображения. Наводка на резкость осуществляется перемещением окуляров по гладким цилиндрическим поверхностям с фиксацией прижимным винтом. Предусмотрена возможность постановки окуляров с Фока=7,4 мм и изменение увеличения до 11х.

Ковалевский В.В., <http://www.astro.org.ua/>
Харьковский Астрономический Клуб "Астерион":
Статья адаптирована с сайта <http://www.astronomer.ru>

ТАЙНА ПРОПАВШИХ ЗВЕЗД

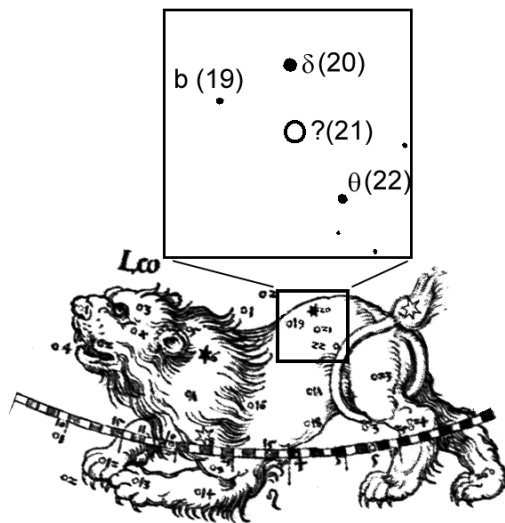


Рис. 1. Звезда, описанная К. Птолемеем в “Альмагесте” за номером 21 в созвездии Льва и изображенная на гравюре А.Дюрера 1515 г., отсутствует среди светил ярче 6,5^m. На вставке ее место показано кружком среди звезд из атласа А.А.Михайлова (Л.: Наука, 1974). В скобках даны номера звезд по К.Птолемее.

Любителям астрономии хорошо известно, что звезды ярче 10-й величины уже давно сочтены. Но мало кто знает о проблеме “пропавших” звезд, волнующей профессиональных звездочетов уже не одно столетие.

8 мая 1992 г. газета *Киевские новости* опубликовала курьезное сообщение: “На данное время группа астрофизиков из Вальпараисо задокументировала исчезновение 73 небесных тел... Астрономы не могут пока определить точно, когда началось исчезновение. Они только с беспокойством заметили, что звезды исчезают все ближе к Солнечной системе... Правительства крупных государств призвали астрофизиков проверить и исследовать непонятное явление. Если какие-то космические чудовища хотят сожрать наше Солнце, не стоит ли нам заблаговременно подумать о переселении в другую, более безопасную Галактику”.

Очередная выдумка журналистов или искаженное отражение чего-то реального? За три десятилетия в моей домашней библиотеке собрана неплохая коллекция астрономических аномалий. Есть здесь и досье о “пропавших звездах”. Эти старинные фолианты, пыльные папки, картотека и компакт-диски с новейшими данными содержат много удивительных случаев.

ОТ МИФОВ К ФАКТАМ

Формально первым описанием пропажи звезды является известный античный миф об “исчезнувшей”, “потускневшей” или даже превратившейся в комету седьмой звезде скопления Плеяды. Фантазия? Но легенды о пропаже седьмой звезды Плеяд записаны и у народов не знавших греческого влияния: в Северной Америке у индейских племен ирокезов и чероки, в Центральной Азии у киргизов, татар и бурят (Э.К.Крапп. Легенды и предания о Солнце, Луне, звездах и планетах. М.: ФАИР-Пресс, 2000).

Пожалуй, первым задокументированным случаем “пропавшей” звезды является светило 5^m, которое упомянуто еще в “Альмагесте” К.Птолемея (II в.) как 21-я звезда созвездия Лев или как “Северная из двух, что на [его] ягодице”. Уже в X веке арабский астроном ас-Суфи отметил отсутствие видимой звезды на этом месте. Детально вопрос о пропаже исследовал президент Французского астрономического общества К.Фламарион. Он пришел к заключению, что этот случай “не подлежит

сомнению” (К.Фламарион. *Звездное небо и его чудеса*. С.-Пб. 1899, с.316-318, 645). По его мнению объект все еще виден как звезда 71 Leo (7,01^m; K1III). Но 71-я Льва находится в 3° западнее звезды Птолемея и не дает даже намека на переменность блеска. По-видимому, она просто случайно находится в районе пропажи.

Загадкой остается и замечание ас-Суфи о пропаже 30-й звезды в созвездии Кентавра (“мы не нашли ее”), хотя рядом тот же астроном описывает более южную звезду (№28) слабее 5^m! А ведь К.Птолемей отметил 30-ю звезду как объект 3-й величины. Поэтому современное отождествление пропажи с Q Cen - постоянной звездой 5^m - выглядит странно.

История повторилась и в XV столетии, когда самаркандский правитель Улугбек подверг ревизии звездный каталог самого ас-Суфи. “Недостача” составила 8 звезд. В XVII-XVIII веках о пропажах звезд сообщали такие видные астрономы как Я.Гевелий, Ж.Д.Кассини и Дж.Маральди. В.Гершель скрупулезно изучил “*Британский каталог*” первого королевского астронома и директора Гринвичской обсерватории Дж.Флемстида. После проверки оригиналов гринвичских журналов наблюдений В.Гершель выявил массу ошибок, описок и опечаток, но все же сделал прелюбопытное открытие.

В конце XVII в. на шее Геркулеса Дж.Флемстид заметил относительно яркую звезду 5-й величины и обозначил ее за номером 55 (именно нумерация Флемстида, а не Птолемея, “прижилась” в современной астрономии). Почти век спустя, В.Гершель видел объект Флемстида как красную звезду 10 октября 1781 г. и 11 апреля 1782 г. Но 24 марта 1791 г. он констатировал его полную невидимость в свои знаменитые телескопы. С тех пор эту звезду (55 Her) больше никто не видел, и даже подробнейшая база звездных данных SIMBAD отвечает отказом.

Сообщения о пропавших звездах стали нормой для XIX века. Особенно много “пропаж” связано с наиболее обширным звездным каталогом того времени “*Боннское обозрение*” (BD), составленным в 1852-59 гг. Несмотря на легендарную немецкую педантичность и аккуратность его авторов (руководитель Аргеландер), среди 325037 звезд в каталоге нашлось не менее 79 объектов, которые так и не удалось разыскать на небе. Наиболее обстоятельно этой проблемой занимались германские астрономы Э.Циннер (1936г.) и К.Химпель (1942г.). Не ограничиваясь только “*Боннским обозрением*”, Э.Циннер опубликовал данные о 477 “пропавших” звездах. К.Химпель детально исследовал 75 лучших находок Э.Циннера. В 40% случаев вблизи места пропажи нашлась подходящая переменная звезда, еще в 20% мест были обнаружены достаточно яркие звезды. Однако остающиеся 40% пропавших звезд остались тайной. Это явно не астероиды и не ошибки наблюдений. Но что? Обратимся к фактам.

КОЕ-ЧТО ИЗ ДОСЬЕ

В работе Х.У.Дюрбека “*Сводный каталог и атлас галактических новых*” (1987) описано несколько официально признанных случаев исчезновения объектов “*Боннского обозрения*”: W Ari, SU Ari, VZ Gem, U Leo, SZ Per, N Tri 1853. Причем некоторые из них мало похожи на вспышки новых звезд, длящиеся десятки суток.

U Leo. Объект обнаружен визуально 22 января 1854 г. как звезда 9,5^m (BD +14° 2239). Вопреки поведению новых звезд объект оставался видимым и через год (18 января 1855 г.), но пропал уже к середине марта 1855г. На этом месте нет звезды ярче 14^m.

SZ Per. Звезда обнаружена как объект 9,5^m. Она наблюдалась много лет: 30 ноября 1853 г., 30 октября 1865 г. (визуально) и даже была сфотографирована 30 ноября 1894 г. (10^m). Но ее уже нет на фотопластинке от 15 октября 1899 г. На снимках XX века здесь нет светил ярче 16,5^m. “Вероятно не новая звезда”, - заключает Х.У.Дюрбек.

N Tri 1853. Обнаружена как звезда 9,5^m (BD +34° 620) 30 сентября 1853 г. Она была видна и три года спустя - 30 октября 1856 г. Но отсутствует на фотопластинке 1904 г. С тех пор звезда не обнаружена. Х.У.Дюрбек отмечает: “Длительная видимость (1853-1856) необычна для новой звезды”.



Рис. 2. Некоторые из сообщений о звездных пропажах, опубликованные в научных астрономических журналах.

Редактор журнала "Sky and Telescope" Ж.Ашбрук обратил внимание на пропавшую звезду BD +8° 215 (S&T, Май 1980, с.389). Она наблюдалась тремя разными астрономами на протяжении *шести* лет (1854-1860 гг.). "Следовательно, остается мало сомнений в том что пропавшая BD +8° 215 существовала", - заключает эксперт. Понятно, это была не новая звезда.

Другая боннская пропажа (9,5^m; BD+17° 2461) ныне известна как звезда заподозренная в переменности NSV19357. На ее месте нет звезды ярче 19^m.

Но есть ли что-нибудь весомей старого визуального "Боннского обзора"? В моей коллекции нашелся компакт-диск с "Астрографическим каталогом" - плодом многолетнего труда астрономов многих стран. В 1892-1940 гг. на разных обсерваториях звезды фотографировали в рамках международного проекта "Фотографическая карта неба". Многие тысячи фотопластинок были тщательно измерены и обработаны на современных компьютерах. Наконец, в 1997 году результаты столетней работы были опубликованы как "Астрографический каталог".

Он содержит координаты и яркости 4 621 836 звезд. Все эти данные относятся чаще всего к 1907 году и их интересно сравнить с современными данными. Например, со звездными каталогами, созданными по результатам электронного сканирования неба искусственным спутником Земли "Гиппарх" в 1989-1993 гг. С помощью специально написанной программы мой компьютер отобрал из "Астрографического каталога" звезды ярче 9^m, которые неоднократно фотографировались почти сто лет назад, но так и не были отмечены детекторами спутника "Гиппарх". Таковых оказалось 177 штук. Каждый случай был проверен "вручную". В 56 из них пропавшая звезда нашлась поблизости, смещенная по-видимому из-за собственного движения. Однако остальные пропажи (121 звезда) остались загадкой. Эти объекты (по крайней мере ярче 8^m) отсутствуют как в сводном "Звездном каталоге Смитсоновской астрофизической обсерватории" (1966), так и в "Общем каталоге переменных звезд" (2000).

Дефекты фотопластинок и астероиды? Но речь идет лишь об объектах, которые были сфотографированы на одном и том же месте по 2-5 раз. О том, что "пропадали" именно звезды, говорит и распределение пропаж на небе. Компьютер выявил, что "исчезнувшие" светила концентрируются не к эклиптике (рис. 6а), к которой тяготеют астероиды, а к экватору Галактики (рис. 6б). Особенно озадачивают случаи, когда звезды 7^m-8^m фотографировались по 3-5 раз и пропадали далеко как от

ekliптики, так и от Млечного Пути, где возможны миражи из слившихся изображений близких звезд. С этой точки зрения особенно интересны четыре звезды "Астрографического каталога": AC 2204592, AC 2638938, AC 3161069 и AC 4427840.

Совершенствование астрономической техники слабо сказывается на числе новейших звездных "пропаж". Например, в мае 1997 г. Д.Эгре и К.Фабрициус сообщили на симпозиуме "Гиппарх - Венеция 97" о том, что астрометрический спутник "Гиппарх" не обнаружил 117 звезд ярче 9^m, которые числятся в одном из лучших звездных каталогов PPM. Наконец, уже в 2002 году С.Лепайн, М.М.Шара и Р.Рич признались на страницах "Astronomical Journal" (т. 124, с.1190-1212), что не смогли найти и следа звезды LHS 1657: "Мы были абсолютно неспособны обнаружить ее ни с помощью наших компьютерных программ, ни путем визуальной проверки пластинок". Астрономы предпочли усомниться в том что их предшественники неоднократно фотографировали реальный объект.

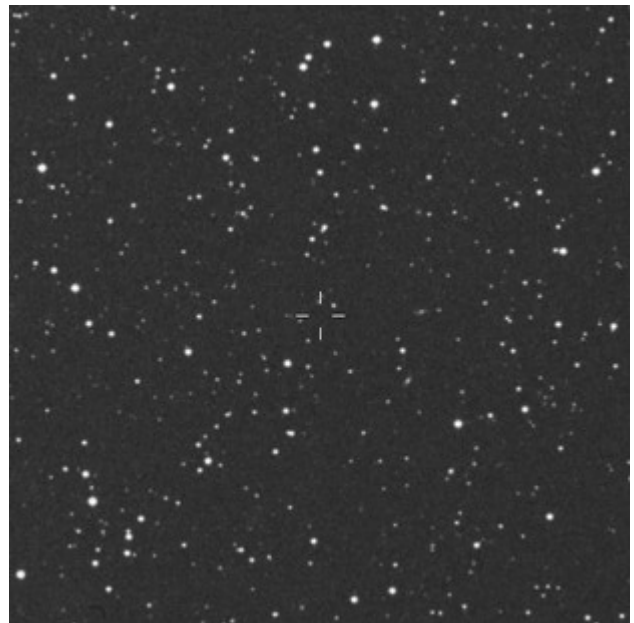


Рис. 3. В центре креста-маркера в 1853-94 годах неоднократно наблюдалась и даже фотографировалась звезда 9,5^m-10^m, известная теперь как SZ Per. Но на снимке 14,1' x 14,1' из Паломарского обзора неба даже поблизости нет объекта ярче 16,5^m.

СТРАННАЯ ЗАСЛОНКА

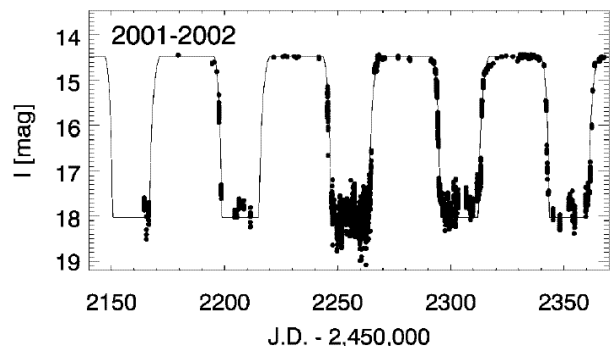


Рис. 4. Звезда KH 15D посылает импульсы света наподобие маяка.

Но все же существует объект, буквально исчезающий на глазах современных астрономов. В 1998 году К.М. Кернс и У. Хербст сообщили об обнаружении в звездном скоплении NGC 2264 уникальной красной звездочки 16-й величины - KH 15D. Каждые 48 дней звезда резко ослабевает приблизительно в 25 раз. Такое "выключение" длится по 24 сут. - половину периода. Поэтому звезду назвали

“мигающей”. Кривая ее блеска напоминает прямоугольные импульсы, вроде сигналов маяка (рис. 4). Но астрономы удивились еще больше, когда обратились к архивам обсерваторий и продолжили наблюдения. Оказалось, что относительная длительность затмения и его глубина монотонно увеличиваются. Причем затмения начались относительно недавно. Оказалось, что 1967-82 гг. звезда “мигала” гораздо слабее (поток излучения менялся раза в два) и совсем иначе, чем теперь - со сдвижкой по фазе на полпериода. А до 1960 года затмений, по-видимому, не было вообще.

Разгадали загадку лишь в 2004 г. Группа американских астрономов (Astrophysical Journal. Letters, 2004, vol. 603, L45) доказала, что все причуды звезды, вплоть до загадочных вспышек вблизи середины затмения, удастся воспроизвести с помощью следующей модели. Две звезды с массами 60% и 36% от массы Солнца обращаются вокруг общего центра масс по вытянутым и сильно наклоненным орбитам с периодом 48.35 суток (рис. 5). И эта система медленно покрывается каким-то “непрозрачным экраном” с прямым и резким, “ножевым” (knife) краем. Размеры этого занавеса составляют не менее 40% расстояния от Земли до Солнца, а скорость покрытия - 13 м/с. В максимуме блеска обе звезды выглядывают из-за края заслонки, а в минимуме мы видим лишь одну звезду или вообще “отраженный свет”. Приблизительно в 2012 г. звезда КН 15D полностью скроется за таинственным занавесом.

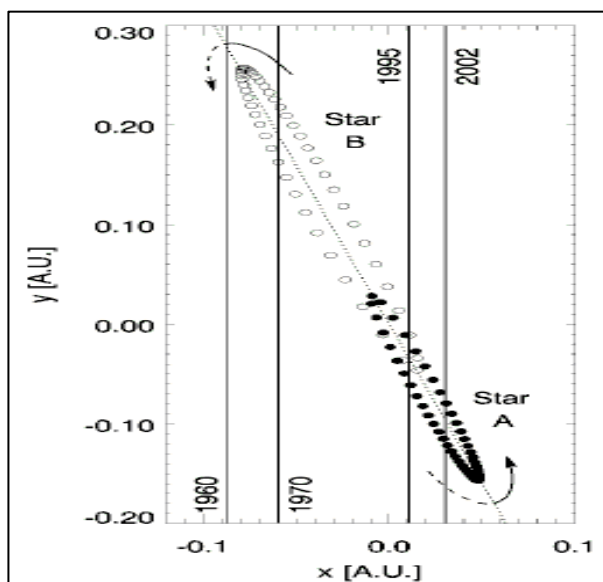


Рис. 5. Объяснение “миганий” КН 15D: странная заслонка с ровным и резким краем напозаает на двойную звезду (указаны положения края в разные года).

Но что заслоняет ее? Астрономы привычно рассматривают только “естественные” гипотезы. Пишут о формировании звезд из газо-пылевой туманности, одно из волокон которой проходит на фоне звездной системы. Либо предполагают сегмент пылевого кольца, облетающий КН 15D наподобие неполных колец Нептуна. Предполагают пылевой диск, окружающий молодую звездную систему и прецессирующий наподобие танцующего волчка. Однако, все эти гипотезы вызывают вопросы.

Во-первых, пылевые туманности не имеют столь резких и прямых, “ножевых” краев. Даже апологет презумпции естественности, журнал *Sky and Telescope*, выразил удивление: “Почему край экрана столь резок?” (S&T, August 2004, p.30).

Во-вторых, в пылевых туманностях обычно находятся частицы мельче длины волны видимого света. Они рассеивают преимущественно голубые лучи. Именно поэтому краснеют далекие звезды. Соответственно чем не прозрачней экран, тем краснее должна быть КН 15D. Однако, наблюдатели отмечают: “Вариации яркости не сопровождаются заметными изменениями цвета, означая

большие частицы или макроскопические тела в качестве экранов” (Astronomical Journal, 2004, v.127, p.2344-2351).

ЛЮБИТЕЛЯМ ЗВЕЗДНЫХ ТАИН

Возможно, как предполагал Э.Циннер, в ряде случаев речь идет об угасании ярко вспыхнувших звезд. Давно известны звезды, которые вспыхивают и постепенно вновь становятся весьма слабыми объектами. Но такие “новые” звезды видны недолго - не более нескольких месяцев, в то время как, например, вышеупомянутая звезда BD+8°215 наблюдалась около шести лет, SZ Per - 41 год, а 55-я Геркулеса исчезала на глазах В.Гершеля через век после ее описания Дж. Флемстидом! Хотя столь рекордно продолжительные и яркие вспышки некоторых звезд (η Киля, Р и V 605 Лебеда, AG Пегаса) известны астрономам, они отмечались реже чем “исчезновения”. Вспомним, что скептически настроенный астроном К.Химпель при всем желании так и не смог списать на переменные звезды 40% “пропаж” Э.Циннера. Заметим, что в файлах “Общего каталога переменных звезд” содержится категория “несуществующих” объектов. По-видимому, загадка пропавших миров заслуживает изучения.

И именно любители астрономии могли бы получить новые результаты. Чтобы искать утерянные звезды не обязательно вглядываться в телескопы. Достаточно Интернета, дающего свободный доступ к богатейшим банкам звездных данных. У профессиональных астрономов просто нет времени, да и желания, на исследование дел о потерянных звездах. Вместо изучения каждого случая выводы делаются по ничтожным выборкам. Например, Д.Эгре и К.Фабрициус обнаружили, что из объектов “Входного каталога Тихо” астрометрический спутник “Гиппарх” не увидел 6663 звезды. Из них было исследовано и объяснено лишь 46 пропаж. Остальные же 99,3% случаев являются своеобразной Terra Incognita, где возможны удивительные открытия: экзотические вспышки звезд и ядер далеких галактик, как предполагал Ж.Ашбрук; невидимые темные объекты-заслонки, как утверждал Ч.Форт; сферы Дайсона, о которых пишут искатели внеземных цивилизаций; а может быть и чем фантазируют журналисты...

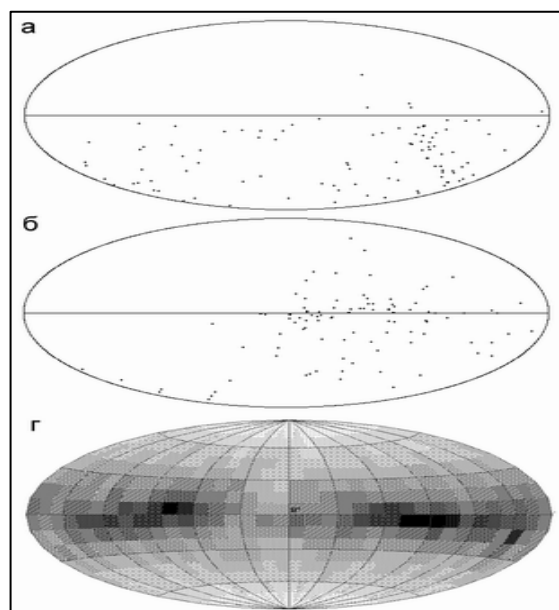


Рис. 6. Распределение исчезнувших звезд на небесной сфере.

В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ ЗВЕЗДНЫХ ТАИН

Банки звездных данных (SIMBAD): <http://simbad.u-strasbg.fr/sim-fid.pl>, Система астрофизических данных (ADS): http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html, Звезда КН 15D: <http://www.astro.wesleyan.edu/research/kh15d/>

Алексей Архипов, г. Харьков
Статья предоставлена автором

Астрошкола в Жигулях

С 7 по 18 августа в ДОЛ «Жигули» (пос. Зольное, Самарская область) проходила школа для юных астрономов. Организовано и проведено данное мероприятие министерством образования и науки Самарской области и Самарским Дворцом детского и юношеского творчества.



Фото 1. Участники Астрошколы.

В данном мероприятии принимало участие 25 учащихся 7-11 классов.

Основная задача Астрошколы предоставить возможность школьникам овладеть современными методами астрономических наблюдений.

Много времени как преподаватели так школьники уделяли подготовке к олимпиаде. Всероссийская олимпиада проходит в два тура. И именно во втором туре (практическом) школьники должны показать опыт и умения проведения астрономических наблюдений и последующую обработку полученных результатов. В городских условиях невозможно осуществлять подготовку детей к этому туру и поэтому в лагере прилагается максимум усилий, чтобы ликвидировать у учащихся этот пробел знаний, а самое главное обеспечить получение ими достаточно большого наблюдательного опыта.



Фото 2. Метеор из потока Персеид.

Все участники были разделены на три группы:
Первая группа - секция наблюдателей метеоров. Освоив с опытными преподавателями методику наблюдений и последующую их обработку, учащиеся с большим энтузиазмом проводят целую серию наблюдений знаменитого потока Персеиды. В последний день Школы все данные сводятся в одну систему с целью дальнейшей, более кропотливой обработки и интерпретации результатов.



Фото 3. Наблюдение солнечных пятен.

Во вторую группу входят ребята, интересующиеся солнечной активностью. С помощью 150-мм рефлектора школьники регулярно проводят наблюдения фотосферы Солнца. Регистрация солнечной активности осуществлялась как фотографированием диска в прямом фокусе телескопа, так и с помощью зарисовок пятен спроецированных на экран. Также в конце Школы все наблюдения систематизируются и готовятся к последующей обработке.



Фото 4. На лекции С. Н. Фабрики.

И последняя, небольшая, но как оказалось в дальнейшем, самая опытная была секция по наблюдению переменных звезд. На протяжении всей ночи визуальные наблюдения в телескоп чередуются с фотографированием различных объектов. Конструкция телескопа позволяет осуществлять съемку объектов сразу на несколько камер. Учащимся удается получать качественные снимки не только звезд, но и некоторых туманностей, звездных скоплений, галактик, а иногда ярких метеоров.



Фото 5. Сверхновая SN2007gi в NGC 4036.

Кроме наблюдений и практических занятий, участникам предоставляется возможность прослушать целый ряд выступлений различных специалистов. П. И. Бахтинов (Самарский аэрокосмический университет) рассказывал о современных методах любительской астрофотографии и обработке фотоматериалов. Свои лекции он сопровождает прекрасными снимками различных объектов, полученными своими руками.

Настоящий фурор среди всех участников Астрошколы вызывает приезд из САО заведующего лабораторией Физика Звезд, доктора физико-математических наук, профессора С. Н. Фабрики. Несмотря на короткое время пребывания на Школе, Сергей Николаевич успевает прочитать несколько лекций о современных исследованиях ведущихся в крупнейших обсерваториях мира. Наибольший успех обычно получает рассказ о САО, и лекция о черных дырах. И даже после официального окончания лекций еще долго учащиеся проявляют повышенный интерес к данным темам.

Хочется специально отметить, что все выступления сопровождаются показом материалов выполненных в электронном виде на большой экран с помощью мультимедийного проектора. Это с одной стороны эффектно выглядело для слушателей, а с другой существенно облегчает подготовку лекторов к выступлению и практически ни как их не ограничивает в объеме показываемого материала.

Есть у ребят и время для активного отдыха. Прекрасное место расположение лагеря позволяет без ограничения купаться в Волге, протекающей буквально в пятидесяти шагах от дома, где проживают участники Астрошколы. Вечерами традиционно проходят футбольные, волейбольные и теннисные баталии.

В последний день Астрошколы подводятся итоги конференции исследовательских работ учащихся и конкурса наблюдателей. Все победители получают почетные грамоты и ценные призы. Надо отметить, что некоторые работы выполняются на очень высоком уровне и впоследствии рекомендуются для участия в областной научной конференции учащихся.

На закрытие Школы все единодушно отмечают, что им понравилось подобное общение. Учащиеся получают большой опыт в практике астрономических наблюдений, узнают много нового о современных исследованиях в различных областях астрономии. Взаимные консультации по самым разным темам помогают ребятам не только взаимно обогатиться знаниями, но и просто познакомиться и пообщаться со своими единомышленниками. Прощаясь, все с надеждой думают о скорейшем наступлении следующей Школы.

Время проведения: август – самые длинные летние ночи, максимальная активность метеорного потока Персеиды.

Материальная база Астрошколы:

- Школьный телескоп "Telementor-63/840"
- Рефрактор. D = 100 мм. F = 1000 мм, объектив Таир
- Менисково-зеркальный телескоп Кассегрена. D = 150 мм, F = 2250 мм.

Тематика лекций:

- Методика наблюдений метеоров;
- Методика наблюдений солнечных пятен;
- Фотографирование метеоров;
- Черные дыры;
- Фотографирование звездных скоплений, туманностей, галактик;
- Реализация проекта «Телескопы Фолкеса»;
- Современные обсерватории мира.

Более подробно о работе Астрошколы в Жигулях можно ознакомиться на сайте: <http://citadel.pioner-samara.ru/astreduc/>

Руководитель Астрошколы О. А. Тучин
tuchin@pioner-samara.ru

Ночь тротуарной астрономии в г. Красноярске

В среду, 26-го декабря 2007 года, астрономами-любителями города Красноярска была предпринята попытка проведения первой в Красноярске ночи тротуарной астрономии.

Погода нас в этот вечер порадовала, однако полная Луна не давала возможности вести наблюдения DeepSky. Поэтому мы решили провести ночь тротуарной астрономии. Мы выехали со своим оборудованием в район КИЦа. Основной целью проведения данного мероприятия для нас была не столько популяризация астрономии, сколько выявление недочетов и проверка «в бою» наших методов организации подобных мероприятий. Противостояние Марса, Луна в третьей четверти и Видимость Сатурна, были хорошим подспорьем для тротуарных наблюдений. Однако все осложнялось довольно морозной погодой. На улице было мало людей, поэтому заинтересовавшихся оказалось не так много, как мы рассчитывали.

Однако же мы сделали для себя ряд выводов. В частности пришли к общему мнению, что подобные мероприятия следует проводить в выходные. Для привлечения прохожих мы решили, что следует продумать вариант изготовления стенда с информацией о проводящемся мероприятии, который устанавливался бы в месте проведения тротуарных наблюдений.

Но, не смотря на малочисленность заинтересовавшихся людей, те кто подходил к нам, после наблюдений спрашивали когда мы в следующий раз будем проводить ночи тротуарной астрономии. Что само по себе говорит о значимости данных мероприятий для популяризации астрономии в Красноярске и вообще в России

Булдаков Сергей, любитель астрономии со стажем
г.Красноярск

Клавдий Птолемей - выдающийся астроном или фальсификатор науки?



Клавдий Птолемей

С именем Клавдия Птолемея, александрийского астронома 41 века нашей эры, связывают обычно его геоцентрическую систему мира, просуществовавшую громадный с исторической точки зрения срок—полтора тысячелетия. Общепринятая и официально признанная (как наукой, так и христианской церковью), теория Птолемея только в XVI—XVII веках уступила свои позиции гелиоцентрической системе мира Коперника. Многие знают, что и геоцентрическая система, и ряд других астрономических работ Птолемея вошли в одно большое сочинение, получившее известность под названием «Альмагест». Однако это название было дано не Птолемею, оно — позднейшего, притом арабского, происхождения. Сам же Птолемей писал по-гречески и назвал свое сочинение **«Μεγάλη σύνταξις»** «Мэгале синтаксис», или «Большое сочинение». Впрочем, слово «синтаксис» имеет несколько значений. Его можно перевести еще и как «трактат», и как «построение». Птолемей в ссылках на свой труд также часто называл его **«Μαθηματικὴ σύνταξις»** что означает «математическое сочинение». Арабские переводчики труда Птолемея — из уважения ли к автору, или просто по небрежности—превратили «большое» в «величайшее», так что у арабов книга Птолемея стала именоваться сокращенно «Al Magisti» - откуда и произошло название «Альмагест».

История не оставила нам никаких сведений о жизни Птолемея. Из его сочинения известно: жил и работал он в Александрии, свои астрономические наблюдения начал а 127 году нашей эры и вел их до 141 года, а свой труд закончил к 146—147 годам. Отсюда можно сделать предположение, что Птолемей родился между 87 и 100 годами н. э. и умер между 160 и 175 годами. В таких пределах и указывают годы жизни Птолемея большинство

авторов. Уточнить эти даты пока не представляется возможным.

Однако нам кажется, что год рождения Птолемея ближе все-таки к 100 году, чем к 87. поскольку вряд ли он приступил к своим наблюдениям только в возрасте сорока лет — скорее, он начал их в 27—30 лет. С другой стороны, в 165 году по Египту прокатилась страшная эпидемия чумы, и с большим степенем вероятности тот год мог быть последним годом жизни Клавдия Птолемея.

ЧТО ЖЕ СОБОЙ ПРЕДСТАВЛЯЕТ «АЛЬМАГЕСТ»?

Это весьма обширное сочинение—его английский перевод занимает более 600 страниц большого формата. «Альмагест» был разделен самим Птолемею на 13 книг. Впоследствии переписчики, переводчики или комментаторы разделили каждую книгу еще и на главы (от 5 до 19 глав в каждой книге). В том, что деление на главы не принадлежит самому Птолемею, убеждает отсутствие в тексте каких-либо ссылок на номера или названия глав.

Книга 1 — вводная. В ней утверждается, что небесный свод движется как единая сфера. Земля шарообразна и неподвижна, находится в центре небесной сферы и имеет по сравнению с ней ничтожно малые (точечные) размеры. В книге приводятся основы птолемеевой сферической тригонометрии, дается ряд полезных таблиц, а также описание некоторых простых угломерных приборов.

В книге II приводится решение некоторых общих задач сферической астрономии. Движение Солнца по эклиптике и солнечная аномалия (происходящая, как мы теперь знаем, от неравномерности движения Земли вокруг Солнца по эллиптической орбите) рассматриваются в книге III, а в книге IV — видимое движение Луны и его аномалии. В книге V Птолемей строит свою теорию движения Луны, основанную на комбинации нескольких круговых движений, для чего использует понятия об эксцентре и эпицикле, введенные ранее (в III книге).

Книга VI посвящена теории солнечных и лунных затмений, базирующейся на расчетах моментов сизигий (новолуний и полнолуний), а также особенностях движения Луны, связанных с тем, что ее орбита наклонена к плоскости эклиптики на небольшой угол (5°). Здесь же приведены таблицы затмений.

В VII и VIII книгах приводятся описания созвездий, видимых с территории Греции и Александрии, и, кроме того, каталог звезд, составленный Птолемею на основе собственных наблюдений и наблюдений Гилпарха (II век до н.э.). В этом каталоге даны положения 1025 звезд.

Сама же знаменитая «система мира Птолемея», которая описывается (далеко не всегда правильно) во всех учебниках астрономии и во многих популярных книгах, содержится в IX—XI книгах «Альмагеста».

В книге XII Птолемей рассматривает попятные движения планет на небесной сфере и находит, что охватываемые ими дуги находятся в согласии с его теорией. Здесь же приводится таблица точек стояний планет (где планета меняет прямое движение вдоль эклиптики на попятное или наоборот). В XIII книге рассказывается о движении планет по широте.

Это краткое перечисление, разумеется, не охватывает всех вопросов, изложенных в труде Птолемея.

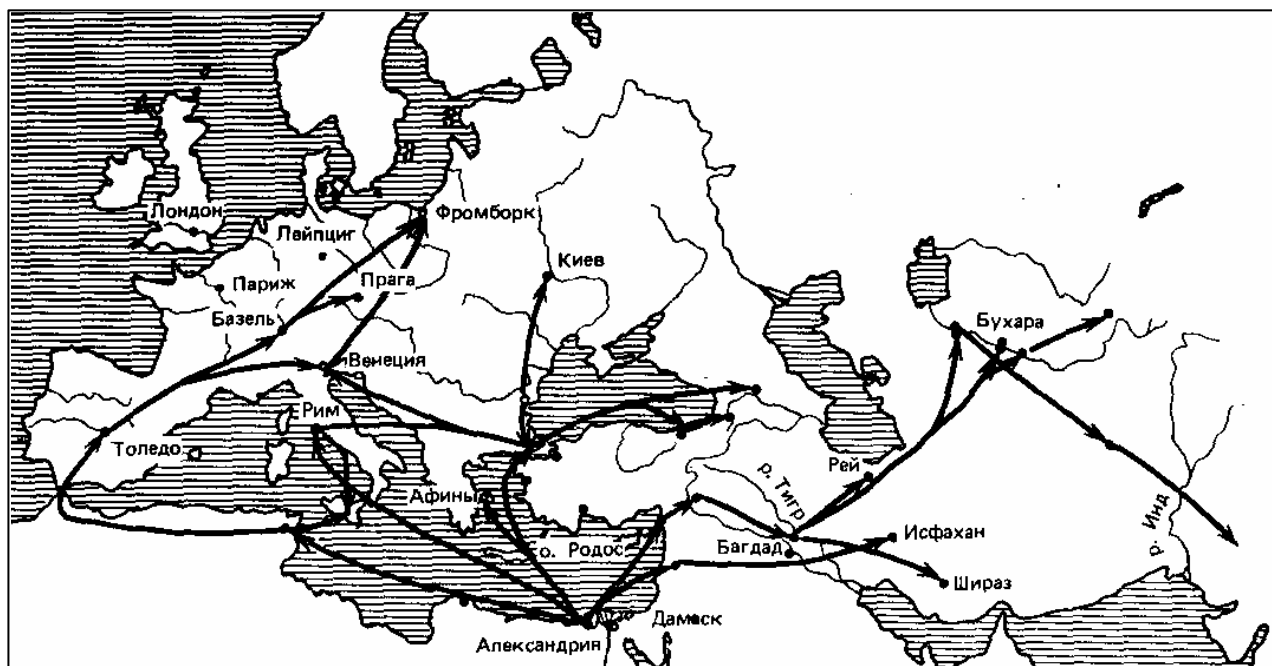
СУДЬБА «АЛЬМАГЕСТА»

Наблюдения самого Птолемея, о которых говорится в его труде, выполнялись с 127 до 141 года н. э. «Альмагест» был закончен автором в 146 или 147 году и издан около 150 года.

Слово «издан» надо понимать не так, как мы его понимаем теперь. Закончив свой труд, Птолемей передал его переписчикам, они от руки должны были сделать с него несколько копий. Такие копии рассылались в крупнейшие

библиотеки, отдельным ученым и влиятельным особам. В дальнейшем с этих первых копий снимались новые. Переписчики не всегда точно следовали оригиналу: допускали описки, а иногда брали на себя смелость делать сознательные поправки и даже дополнения.

Известно, что «Альмагестом» наряду с трудами Гиппарха пользовались многие современники Птолемея, например, римский естествоиспытатель и врач Гален (129—201), византийский астролог Веттий Валент (II в. н. э.). В III веке древнегреческий математик и механик Папп Александрийский написал комментарии к «Альмагесту».



Карта распространения переводов Альмагеста во 2 - 17 века

К сожалению, эти комментарии до нас не дошли, но из других трудов Паппа известно, что к началу IV века н. э. книга Птолемея считалась стандартным учебником астрономии, каковой она и оставалась в течение еще 1300 лет. Спустя полвека после Паппа комментарии к «Альмагесту» написал известный математик того времени Теон Александрийский. Позднее в составлении комментариев к III книге «Альмагеста» принимала участие и дочь Теона, знаменитая женщина-математик Гипатия, трагически погибшая при нападении в 415 году на Александрийскую библиотеку толпы фанатиков-христиан. В огне погибла часть библиотеки с многими сочинениями древних ученых, в том числе труды Гиппарха и Птолемея. В 640 году по приказу халифа Омара библиотека была окончательно уничтожена фанатиками.

Но, к счастью, «Альмагест» хранился не только в Александрийской библиотеке. Его копии попали, как мы знаем, в Рим, а также в Персию, где в годы правления царя Шапуира I (241—272) «Альмагест» перевели на язык пехлеви. Во второй половине VII века «Альмагест» был переведен на сирийский язык (перевод не сохранился), затем на арабский. Вообще известны два арабских перевода «Альмагеста». Первый был сделан в 827—828 годах арабским математиком Хаджаджем ибн-Юсуфом ибн-Маттаром (786—833). Он сохранился благодаря копии XI века и находится сейчас в библиотеке Лейденского университета. Второй перевод был выполнен полвека спустя, в 879—890 годах, Исаком ибн-Хунаймом, ан-Нэсрани (умер в 910—911 гг.) и затем обработан выдающимся сирийским математиком Сабитом ибн-Коррой (836—901). Копии этого перевода имеются в национальных библиотеках Туниса, Франции и Испании. В Париже и Ватикане есть также три греческих копии IX—X веков.

Первый дошедший до нас перевод «Альмагеста!» на латинский язык (научный язык средневековья) сделал в 1175 году Гсрард из Кремоны. В 1515 году перевод напечатали в Венеции. (Незадолго до этого в Сицилии был выполнен другой перевод, но он утерян.) Греческий текст «Альмагеста» попал в Европу лишь в XV веке. Австрийский астроном и математик Георг Пурбах (1423—1461), а затем его ученик Иоганн Региомонтан (1436—1476) Подготовили и краткое изложение «Альмагеста» (издан 1473 году). Полный греческий текст «Альмагеста» опубликовал в 1538 году Гервагиус (г. Базель). В 1898 и 1903 годах в Лейпциге появился заново переосмотренный греческий текст

«Альмагеста» (под редакцией И. Л. Гейберга), Он послужил основой для дальнейших переводов на другие языки.

Первый перевод на французский язык сделал Н. Альма (1813 и 1816 гг., Париж). Гораздо лучше перевод К. Манициуса на немецкий язык, изданный в Лейпциге в 1912—1913 годах и переизданный полвека спустя под редакцией известного специалиста по истории науки древнего мира О. Нейгебауэра. Наконец, только в 1984 году вышел весьма квалифицированный перевод «Альмагеста» на английский язык. Он выполнен историком науки Дж. Тумером.

Существует перевод «Альмагеста» и на русский язык. Он сделан известным историком науки профессором И. Н. Веселовским (1892—1975), но пока находится только, в рукописи.

«ПРЕСТУПЛЕНИЕ КЛАВДИЯ ПТОЛЕМЕЯ»

Так назвал свою монографию, увидевшую свет в 1977 году, ее автор — американский исследователь Роберт Ньютон.

В чем же состоит «преступление» Птолемея? По мнению автора, Птолемей подделывал свои наблюдения, умышленно вносил в них поправки. Так же Птолемей поступал с наблюдениями своих предшественников (Гиппарха, Тимохариса, и других астрономов). Р. Ньютон тщательно анализирует наблюдательные данные тех лет и находит в некоторых из них отличия от моментов или положений, рассчитанных по современной теории.

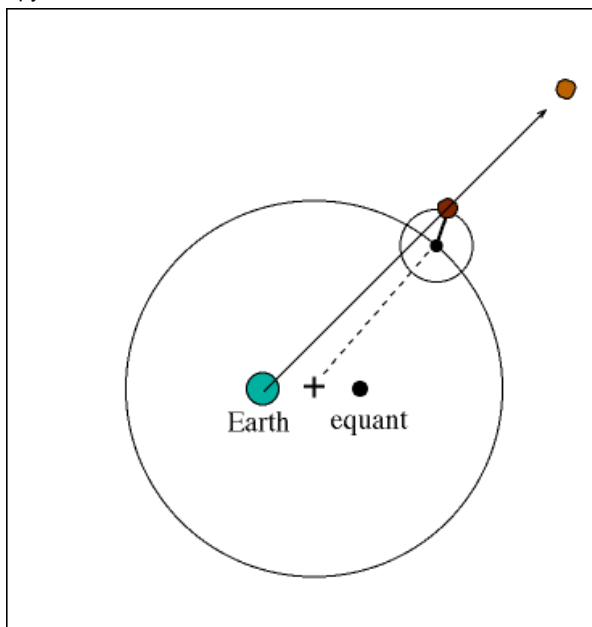
Для доказательства искажения Птолемею той или иной величины в наблюдениях Р. Ньютон применяет много раз один и тот же прием. Он учитывает средние погрешности наблюдений той эпохи и вычисляет вероятность того, что установленные им отклонения объясняются случайными погрешностями наблюдений. Поскольку обычно отклонения в несколько раз превосходят среднюю погрешность, вероятность случайного происхождения этих

отклонений оказывается весьма малой. Значит, говорит Р. Ньютон, наблюдение подделано.

Автор пользуется еще и таким рассуждением: допустим, говорит он, что Птолемей ни в чем не виноват, а подделывал наблюдения некий его ассистент, скрывая это от Птолемея. Но зачем это было нужно ассистенту? Логический анализ приводит Р. Ньютона к неизбежному выводу: таким мифическим ассистентам мог быть только сам Птолемей. Что можно сказать по данному поводу? Количественный анализ Р. Ньютона опровергнуть трудно.

Тогда поставим вопрос иначе: если Птолемей сам вносил поправки в свои и чужие наблюдения, то зачем это ему было нужно?

Мы знаем, что в геоцентрической системе мира Птолемея движения Луны, Солнца и пяти планет вокруг Земли описываются сложной комбинацией равномерных круговых движений. В действительности же планеты и Луна движутся неравномерно и по эллипсам, да еще воздействуют друг на друга, вызывая дополнительные отклонения.



Эксцентр и эпицикл Птолемея

Но и после открытия закона всемирного тяготения Исааком Ньютоном создание теории движения Луны представляло одну из труднейших задач даже для таких ученых, как Эйлер, Клеро, Даламбер и других. И основная причина этих трудностей — учет возмущений, создаваемых Солнцем. А ведь Птолемей и понятия не имел о законе тяготения, о движении Луны по эллипсу, о действии возмущений. Изучая видимое движение Луны, он выделил основные «неравенства», то есть отклонения от равномерного кругового движения, и попытался описать их введением эксцентрически расположенного круга—эксцентра и малого круга—эпицикла, по которому и движется Луна.

Теория Птолемея в принципе не могла точно описать видимые движения Луны, планет и Солнца. Птолемей понимал это и тем не менее не мог отказаться от равномерных круговых движений и искать истинную форму планетных орбит и законы движений небесных тел по этим орбитам. Птолемей пошел по другому пути. Он решил «исправить» те наблюдения, которые недостаточно хорошо согласовывались с его теорией.

Конечно, поступок Птолемея противоречит всем нашим представлениям о научной этике. Подгонка результатов наблюдений или экспериментов «под теорию» — грубейшее нарушение моральных принципов научного исследования. Но можно ли утверждать, как делает Р. Ньютон, что эти в сущности мелкие поправки, внесенные Птолемеем в наблюдения, нацело перечеркивают значение его труда, и было бы лучше для науки, если бы

«Альмагест» до нас не дошел? Нет, с таким утверждением согласиться нельзя. И для этого есть серьезные основания.

ЗНАЧЕНИЕ «АЛЬМАГЕСТА» В АСТРОНОМИИ

Мы уже говорили, что в определенном смысле «Альмагесту» сильно повезло. В отличие от многих других сочинений классиков древней науки, сочинений, оказавшихся для нас утраченными навсегда, «Альмагест» сохранился, да еще в нескольких копиях. Это последнее обстоятельство очень важно потому, что не все копии содержат полный текст «Альмагеста». Так, одна из парижских копий содержит только книги с I по VII, а копия, хранящаяся в Эскориале,—книги с V по VIII. Наличие же нескольких разных копий одного и того же текста позволяет уточнить смысл неясного выражения или выявить ошибку переписчика.

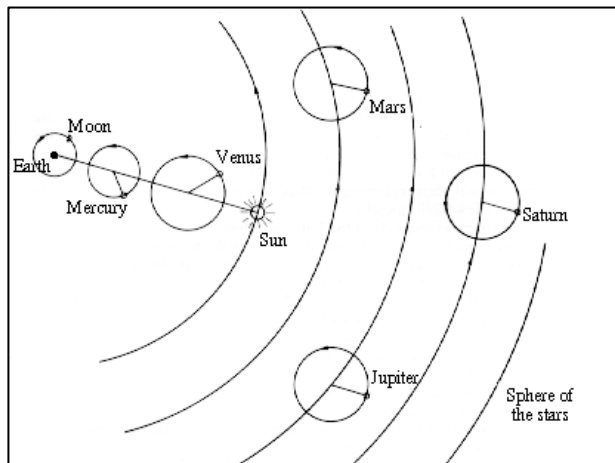
Ведь только благодаря «Альмагесту» дошли до нас все сведения о работах Гиппарха и более ранних астрономов Вавилона и Греции, и среди них — звездный каталог Гиппарха. Кропотливые исследования этого каталога были выполнены в 1982—1984 годах австралийским астрономом Д. Роулинсом и астрономами Ю. Н. Ефремовым и Е. Д. Павловской. Ученые нашей страны применили остроумный метод: они изучили положения звезд с большим собственным движением (о котором ни Гиппарх, ни Птолемей не имели ни малейшего представления) и по их координатам вычислили эпоху составления каталога: 150 год до н. э. (с возможной погрешностью ± 40 лет). Это совпадает с периодом деятельности Гиппарха. Роулинс, в свою очередь, доказал, что наблюдения положений звезд выполнены на широте Родоса (где работал Гиппарх), а не в более южной Александрии. Птолемей лишь сделал поправку на прецессию в координатах звезд каталога Гиппарха. Существуют, однако, и другие доводы, сформулированные еще в 1917 году английским астрономом И. Л. Дрейером, согласно им, по крайней мере, часть звезд каталога наблюдал сам Птолемей. Нет ничего удивительного в том, что Птолемей измерял координаты тех же самых звезд, что и Гиппарх. Возможно, он это делал именно для того, чтобы определить постоянную прецессии, которую он получил, правда, с большой ошибкой ($36''$ вместо правильного значения $50''$ в год).

Каталог Гиппарха — Птолемея не раз использовался другими астрономами. Так, арабский астроном аль-Баттани (858—929) составил на его основе каталог 533 звезд на эпоху 880 года, приняв постоянную прецессии равной $54,5''$ в год вместо значения $36''$, выведенного Птолемеем. Затем иранский астроном Абд ар-Рахман ас-Суфи (903—986) опубликовал координаты 1017 звезд каталога Птолемея с учетом поправки на прецессию и определил их блеск. Новый критический пересмотр этого каталога осуществил хорезмийский ученый Абу Рай-хан ал-Бируни (973—1048). Все эти ученые отмечали наличие ошибок и неточностей в каталоге. А арабский астроном Ибн ас-Салах (умер в 1154) озаглавил свой труд так: «Трактат о причине ошибок и описок в таблицах книг VII и VIII «Альмагеста», а также возможные исправления к ним». Итак, наличие ошибок и описок в каталоге Птолемея было известно уже астрономам Востока в IX—XII веках. Но, тем не менее, он оставался основным звездным каталогом до XV века, когда Улугбек составил новый каталог 1018 звезд по своим оригинальным наблюдениям на эпоху 1437 года.

О птолемеевой теории движения планет мы уже говорили—она была основной в науке до издания замечательного труда Николая Коперника «Об обращении небесных кругов» (1543 г.). Но даже Коперник, перенеся роль центра планетной системы с Земли на Солнце, сохранил многие построения Птолемея, поскольку он все еще рассматривал движения небесных светил как круговые.

Сам «законодатель неба» Иоганн Кеплер, приступая к поискам истинной формы планетных орбит, тоже исходил из построений Птолемея и установленных им закономер-

ностей. В своей «Новой астрономии», изданной в 1609 году, Кеплер, идя довольно трудным путем и используя двадцатилетние наблюдения положений Марса на небе, выполненные в 1580—1600 годах Тихо Браге, решил поставленную перед собой задачу: найти геометрическое место точек, занимаемых планетой относительно Солнца. Так была найдена истинная форма планетных орбит — эллипс. Но нелегкий путь Кеплера к эллипсу был подготовлен трудами его предшественников — Птолемея и Коперника, не говоря уже о Тихо Браге.



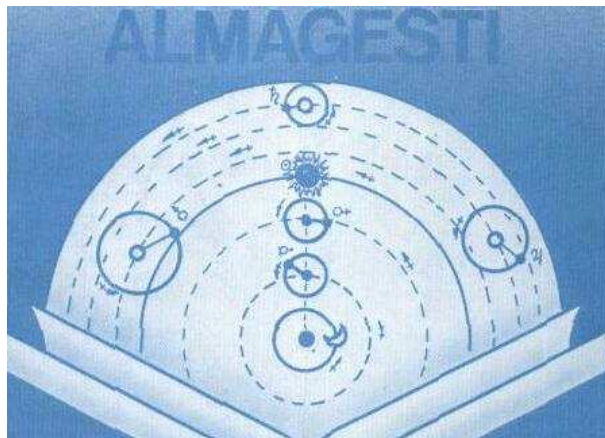
Система Мира Птолемея

Из ученых нового времени одним из первых обратил внимание на ошибки и неточности «Альмагеста» французский астроном Жан Деламбер (1749—1822). Именно Деламбер заявил, что одного только открытия Птолемеем эвекции (второго по значению и величине «неравенства» движения Луны) достаточно, чтобы считать Птолемея великим ученым.

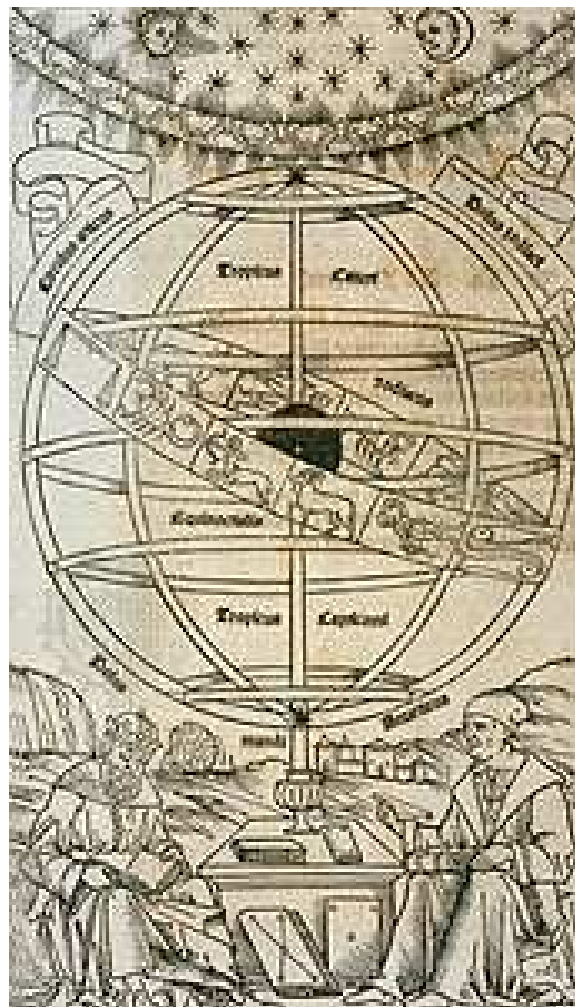
Научные заслуги Птолемея, по общему признанию, намного перевешивают допущенные им ошибки и даже намеренное исправление наблюдений. Поэтому попытки Р. Ньютона опорочить александрийского астронома и его труд не встретили сочувствия среди других ученых. В своей книге Р. Ньютон горько жалуется на то, что известные специалисты по истории науки О. Педерсен и О. Нейгебауэр даже не упоминают в своих монографиях о его работе. Можно привести также высказывание автора новейшего перевода «Альмагеста» на английский язык Дж. Тумера «Задача представляет интерес и заслуживает содержательного и критического обсуждения. К сожалению, недавно вышедшая книга Р. Ньютона на эту тему не содержит ничего подобного, а скорее стремится дискредитировать весь труд». С резкой критикой выводов Р. Ньютона выступил также известный американский астроном О. Гингерич.

Если все наблюдения Птолемея, как утверждает Р. Ньютон, были фальшивыми или поддельными, спрашивается, на основании каких же данных Птолемей построил свою теорию? Очевидно, он сделал это на основе реальных наблюдений (как своих предшественников, так и собственных), а потом действительно «подправлял» те из них, которые плохо согласовывались с теорией.

Представим себе на миг, что было бы, если бы «Альмагест» не дошел ни до арабских и среднеазиатских ученых, ни до нас. Тогда арабским ученым пришлось бы разрабатывать теорию движения планет самим. Возможно, они сумели бы в чем-то превзойти Птолемея, но добиться полного согласования теории с наблюдениями в рамках геоцентрической или даже гелиоцентрической системы, основанной только на круговых равномерных движениях, они тоже не смогли бы. И звездный каталог им пришлось бы составлять заново.



Если бы «Альмагест» не дошел до нас, мы знали бы намного меньше о древнегреческой и вавилонской астрономии, были бы значит сильно обеднены наши представления о культуре Древней Греции и эллинистического Египта. Многие астрономические и математические знания пришлось бы приобретать заново. Теперь мы можем ответить на вопрос, поставленный в заголовке статьи. Клавдий Птолемей был выдающимся астрономом и математиком эпохи эллинизма. И те небольшие поправки, которые вносил Птолемей в данные наблюдений, ни на йоту не изменили представлений древних и средневековых ученых о строении мира, никак не повлияли на дальнейшее развитие астрономической науки.

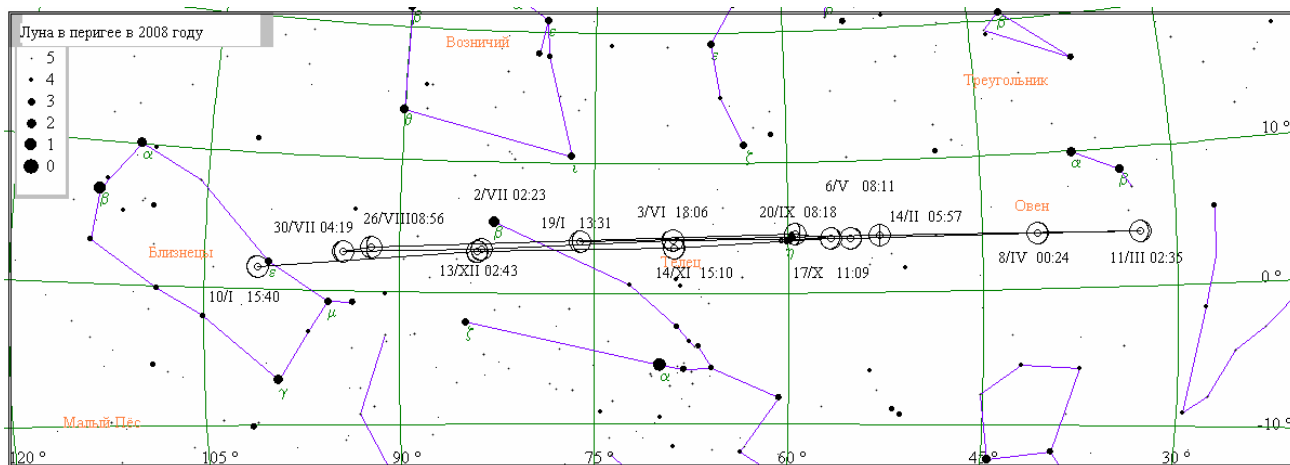


Виталий Александрович Бронштэн

Источник: «Земля и вселенная» №2 за 1987 год

Зигзаги лунного перигея

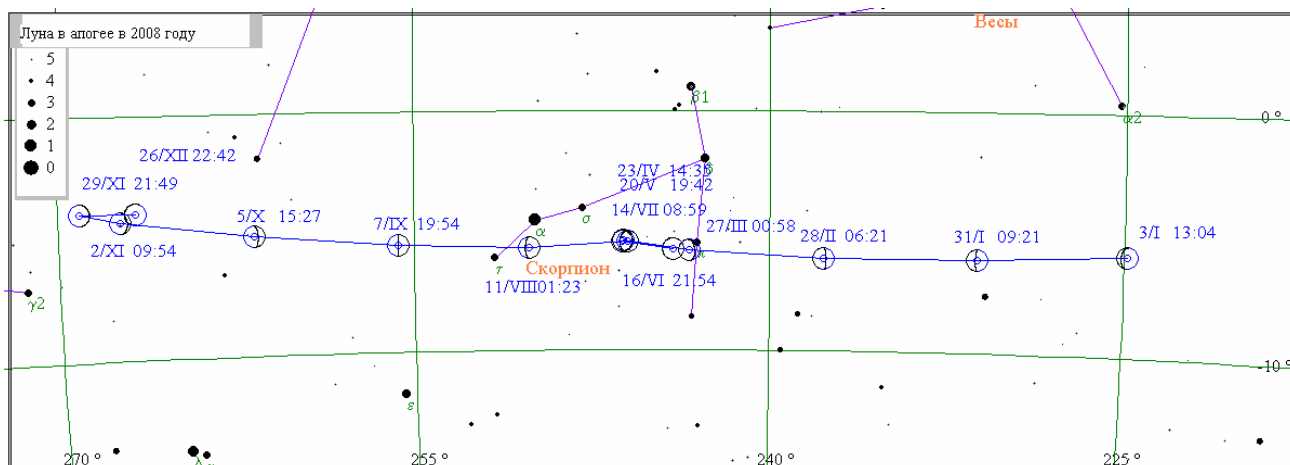
отстал от точки противосолнца на 43° , и поэтому резко «бросается назад»: следующий перигей 14 марта Луна уже встречает на границе Тельца и Овна, а перигей 11 марта – в Овне, отступив за 2 прыжка на 42° ! В это время перигей



Линия апсид лунной орбиты (прямая апогей – перигей) в результате возмущений со стороны Солнца и Земли движется в прямом направлении (в ту же сторону, что и Луна, то есть к востоку) со средней скоростью 40° в год. При этом и перигей, и апогей движутся неравномерно, совершая колебательные движения относительно среднего положения. В целом общие закономерности таких колебаний следующие: при приближении Солнца перигей некоторое время движется впереди Солнца, затем (поскольку Солнце движется существенно быстрее) отстает от него. Как только Солнце опередит перигей больше, чем на 45° , он резко «бросается назад», навстречу точке, противоположной Солнцу. Затем, при приближении точки «противосолнца», снова движется вместе с ней, постепенно отставая. Отстав более, чем на 45° , снова «бросается назад», теперь уже к самому Солнцу, и далее всё повторяется сначала. Сказанное иллюстрирует рисунок ниже, показывающий положения Луны во время

опережает Солнце на 43° , и начинает прямое движение впереди Солнца: перигей 8 апреля, 6 мая, 3 июня, 2 и 30 июля смещаются каждый раз к востоку, отойдя от точки перигея 11 марта на 60° ! В это время перигей уже отстал от Солнца на 34° , и следует новый «скачок назад»: сначала 26 августа всего на 3° , а затем 20 сентября сразу на 30° , оказавшись прямо в звездном скоплении Плеяды. Ещё подвинувшись назад на 3° 17 октября, перигей оказывается всего на 33° впереди точки противосолнца, и снова начинает движение вперед, завершая год под звездой β Тельца. Таким образом, перигей совершает дважды в год большие скачки назад, а общий размах его колебаний составляет $60 - 80^\circ$ за год!

Куда более «степенно» ведёт себя апогей лунной орбиты: он плавно движется вперед, совершая дважды в год не «скачки назад» а как бы лёгкое «топтанье на месте»: его «размахи» близки к 40° - среднему смещению за год.



прохождения ею перигея в 2008 г.

Первый перигей 19 января Луна проходит, находясь немного западнее звезды β Тельца. В это время перигей

Александр Кузнецов, kuznezowaw@yandex.ru

тел. +7 950 6367 283
г. Нижний Тагил

Февраль – 2008



Обзор месяца

Основными астрономическими событиями второго месяца 2008 года являются: 1 февраля - покрытие тау Скорпиона Луной (видимость – Сибирь, Дальний Восток), 1 февраля - Венера в соединении с Юпитером, 1 февраля - Меркурий в соединении с Нептуном, 7 февраля - кольцеобразное солнечное затмение, 21 февраля - полное лунное затмение, 24 февраля - Сатурн в противостоянии с Солнцем, 27 февраля - Меркурий в соединении с Венерой. Солнце движется по созвездию Козерога до 17 февраля, а затем переходит в созвездие Водолея и остается в нем до конца месяца. Склонение дневного светила постепенно увеличивается, в следствие чего продолжительность дня также растет достигая к концу месяца 10 часов 39 минут (прибавив 2 часа от начала февраля). Эти данные справедливы для широты Москвы, где полуденная высота Солнца за месяц возрастет на десять градусов (с 16 до 26 градусов). Южнее московской параллели день будет длиннее, а севернее – короче, хотя в северных районах продолжительность дня будет увеличиваться быстрее, чем в средних и, тем более, в южных широтах. Хотя февраль – не самое благоприятное время для наблюдений Солнца, но времени для изучения его поверхности, зарисовок и фотографирования гораздо больше, чем в первые зимние месяцы. При наблюдениях Солнца в бинокль или телескоп нужно **обязательно (!) применять солнечный фильтр** из темного стекла или иного специального материала. Убывающая Луна (фаза 0,35) начнет свой путь по февральскому небу близ границы созвездий Весов и Скорпиона, и в первый день месяца покроет достаточно яркую звезду тау Скорпиона. Через сутки она пройдет в паре градусов южнее Антареса, а в последующие дни будет украшением утреннего неба вместе с Венерой и Юпитером. С этими двумя планетами Луна сблизится 4 февраля (в созвездии Стрельца), и это будет самое зрелищное утро месяца, не смотря на то, что тающий серп расположится низко над горизонтом. Лучшие условия для наблюдений данного соединения будут, конечно, в южных районах страны (в северных районах Луна взойдет позже Солнца ввиду меньшего склонения). Угловое расстояние между планетами составит около 3 градусов, а сама Луна пройдет в 7 градусах южнее. Это значит, что все три светила можно будет наблюдать в поле зрения широкоугольного бинокля. Фаза Луны во время сближения не превысит 0,1, и это изумительное явление стоит запечатлеть при помощи фотоаппарата. Через несколько дней, а именно 7 февраля, естественный спутник Земли вступит в фазу новолуния (в созвездии Козерога), затмив собой Солнце. Произойдет первое в 2008 году солнечное затмение, которое будет кольцеобразным, поскольку видимый диаметр Луны будет меньше видимого диаметра Солнца. Кольцеобразную фазу затмения сможет наблюдать минимальное количество людей на Земле, т.к. полоса ее пройдет по незначительной части Антарктиды и акватории Тихого океана. Частные фазы увидят жители Новой Зеландии и Австралии. В России затмение видно не будет, но огорчаться не стоит, т.к. 1 августа россиян ждет полное солнечное затмение, прекрасно видимое в Сибири. Это будет, кстати, последнее полное солнечное затмение до 1961 года (более полвека!), которое можно будет наблюдать в густонаселенных районах страны. Для наблюдений полных солнечных затмений до в течение этого периода жителям нашей страны придется выезжать за границу.... После затмения, Луна выйдет на вечернее небо и 9 февраля при

фазе 0.07 сблизится с Ураном, пройдя в 2 градусах севернее. Для наблюдений этого соединения понадобится бинокль или телескоп. Продолжив свой небесный путь дальше, ночное светило постепенно вырастет до полумесяца (к 14 февраля), посетит созвездия Рыб, Овна и Тельца. В день вступления в фазу первой четверти Луна вновь покроет Плеяды, но наблюдать это явление можно будет на американском континенте. Через 2 дня лунный овал пройдет севернее Марса (в созвездии Тельца), угловое расстояние до которого составит менее градуса. Миновав созвездия Близнецов и Рака, Луна вступит в созвездие Льва, где станет полной 21 февраля. Ночное светило сблизится с Регулумом и Сатурном и пройдет сквозь земную тень. Произойдет полное лунное затмение. Условия его наблюдения на территории нашей страны нельзя назвать хорошими, т.к. наблюдать затмение можно будет лишь на Европейской ее территории, но уже на заходе Луны и в убывающих фазах. После затмения Луна за оставшееся до конца месяца время побывает в созвездиях Девы, Весов и Скорпиона, закончив свой путь по февральскому небу у границы созвездий Скорпиона и Стрельца при убывающей фазе 0,43. На небе февраля можно будет наблюдать все пять ярких планет. Меркурий в начале месяца расположится на вечернем небе (у границы созвездий Козерога и Водолея) с видимостью около получаса. Но быстро сблизится с Солнцем, и пройдя 6 февраля ниже соединения, появится на утреннем небе к началу второй декады месяца не покидая созвездия Козерога. В этом созвездии планета останется до конца месяца, когда скроется в лучах утренней зари. Венера в феврале завершает утреннюю видимость, постепенно сближаясь с Солнцем, но благодаря своей яркости (-3,7m) может наблюдаться даже в дневное время. За месяц Венера побывает в созвездиях Стрельца и Козерога, в самом начале месяца сближаясь с Юпитером до полградуса. Марс наблюдается в созвездии Тельца (близ звезды бета этого созвездия) в вечернее и ночное время, а продолжительность видимости его в начале месяца превышает половину суток. Блеск и видимый диаметр планеты постепенно уменьшаются. К середине месяца Марс сияет уже как звезда нулевой величины при диаметре 10 угловых секунд. Юпитер виден на утреннем небе близ Венеры. В начале месяца он наблюдается около получаса, а к концу февраля - более часа. Февраль - лучшее время в 2008 году для наблюдений Сатурна. Планета проходит точку противостояния с Солнцем в конце месяца, поэтому видна все темное время суток в созвездии Льва к востоку от Регула (в 7 гр. в начале периода и в 5 гр. - в конце). Угол раскрытия колец планеты весьма мал, поэтому детали строения колец лучше всего видны в крупные любительские телескопы. У Урана и Нептуна заканчивается вечерняя видимость. Обе планеты могут быть найдены в бинокль с помощью звездных карт (например, в АК_2008 http://images.astronet.ru/pubd/2007/12/03/0001224924/ak_2008big.zip) в созвездиях Водолея и Козерога, соответственно. Из комет любители астрономии смогут наблюдать P/Holmes (17P) и P/Wirtanen (46P). Еще одна достаточно яркая комета - P/Tuttle (8P) - переместилась в южное полушарие неба и в России и СНГ не видна. Комета Холмса, по-прежнему, находится в созвездии Персея и постепенно теряет в блеске. P/Wirtanen (46P) в феврале пройдет по созвездиям Рыб и Овна, сохраняя достаточно стабильный расчетный блеск (9,2 - 9,5m) в течение всего месяца. Астероиды февраля представлены пятью светилами до 10m. Ярче других будут Церера, Геба и Евномия (с максимальным блеском выше 9m). Еще более яркая Веста находится близ Солнца и не видна. За месяц произойдут 4 покрытия слабых звезд астероидами, самой яркой из которых будет HIP 105943 (8,7m) из созвездия Пегаса. Ее покрытие произойдет 10 февраля. Максимум блеска достигнут 5 долгопериодических переменных звезд, самой яркой из которых (9 февраля) станет V Единорога. Она достигнет порога видимости невооруженным глазом. Т Дракона (1 февраля), R Ворона (14 февраля), R Жирафа (20 февраля), и Т Гидры (23 февраля) будут иметь блеск около 7m. Ясного неба и успешных наблюдений!

Эфемериды небесных тел – в КН № 2 за 2008 год.
Александр Козловский

Список внесолнечных планет

планета	расстояние, парсек	большая полуось, а.е.	масса, $m \sin i$	радиус	орбитальный период, дней	эксцентриситет	аргумент перигелия (ω), град.	год открытия
14 Herculis b	18.1	2.8	4.74±0.06	-	1796±8	0.34±0.01	23±2	2002
14 Herculis c	18.1	5.81	2.086	-	2922	0.004	197	2006
16 Cygni B	21.4	1.68±0.03	1.68±0.07	-	799.5±0.6	0.69±0.01	83.4±2	1996
23 Librae b	25	0.78	1.58	-	260	0.24	6	1999
4 Ursae Majoris b	62.4	0.87±0.04	7.1±1.6	-	269±2	0.432±0.024	24±4.5	2007
47 Ursae Majoris b	13.3	2.11±0.04	2.6±0.13	-	1083±2	0.05±0.015	111±22	1996
47 Ursae Majoris c	13.3	3.79±0.24	1.34±0.22	-	2594±90	0±0.12	127	2001
51 Pegasi b	14.7	0.052	0.468±0.007	-	4.231	0	-	1995
54 Piscium b	11	0.284	0.2	-	62.23	0.63	235.7	2003
55 Cancri b	12.5	0.115	0.824±0.007	-	14.652±0.001	0.014±0.008	132	1996
55 Cancri c	12.5	0.24	0.169±0.008	-	44.345±0.007	0.09±0.05	244±11	2002
55 Cancri d	12.5	5.8±0.1	3.84±0.08	-	5218±230	0.03±0.03	181±32	2002
55 Cancri e	12.5	0.038	0.034±0.004	-	2.817	0.07±0.006	249±38	2004
55 Cancri f	12.5	0.781±0.007	0.144±0.04	-	260±1	0.2±0.2	244±11	2007
70 Virginis b	22	0.48	7.44	-	116.689	0.4	358	1996
79 Ceti b	35.9	0.35	0.23	-	75.6±0.4	0.21±0.15	53	2000
BD-10 3166 b	139	0.046	0.48	-	3.488	0.07±0.05	31±20	2000
CoRoT-Exo-1 b	-	-	1.3	1.65±0.15	1.5	-	-	2007
CoRoT-Exo-2 b	243	0.029	3.53±0.24	1.43±0.05	1.743	0	-	2007
eps Tauris b	45	1.93±0.03	7.6±0.2	-	595±5	0.15±0.02	94±8	2007
epsilon Eridani b	3.2	3.39±0.36	1.55±0.24	-	2502±10	0.7±0.04	47±3	2000
gamma Cephei A b	11.8	2.04±0.06	1.6±0.13	-	903±3.5	0.12±0.06	76±19	2003
GD 66 b	51	2.36±0.08	2.11±0.14	-	1650±77	0	-	2007
GJ 3021 b	17.62	0.49	3.32	-	133.8±0.2	0.51±0.02	291±3	2000
GJ 317 b	9.2	0.95	1.2	-	693±4	0.19±0.06	344±10	2007
GJ 436 b	10.2	0.029±0.002	0.071±0.006	-	2.644	0.16±0.02	351±1.2	2004
GJ 674 b	4.54	0.039	0.037	-	4.694±0.007	0.2±0.02	143±6	2007
GJ 849 b	8.8	2.35	0.82	-	1890±130	0.06±0.09	351±60	2006
Gliese 581 b	6.26	0.041	0.049	-	5.368±0	0.02±0.01	273±42	2005
Gliese 581 c	6.26	0.073	0.016	-	12.932±0.007	0.16±0.07	267±24	2007
Gliese 581 d	6.26	0.25	0.024	-	83.6±0.7	0.2±0.1	295±28	2007
Gliese 86 b	11	0.11	4.01	-	15.77±0.04	0.046±0.004	266	2000
Gliese 876 b	4.72	0.208	1.935±0.007	-	60.94±0.013	0.025±0.003	176±6	2000
Gliese 876 c	4.72	0.13	0.56	-	30.1	0.27	330	2000
Gliese 876 d	4.72	0.021	0.018±0.003	-	1.938	0	-	2005
HAT-P-1 b	139	0.055±0.002	0.53±0.04	1.36±0.1	4.465	0.09±0.02	81±8	2006
HAT-P-3 b	140	0.039	0.61±0.03	0.89±0.05	2.9	0	-	2007
HAT-4 b	310	0.045±0.001	0.68±0.04	1.27±0.05	3.057	0	-	2007
HAT-P-5 b	340	0.041±0.001	1.06±0.11	1.26±0.05	2.788	0	-	2007
HAT-P-6 b	200	0.052±0.001	1.06±0.12	1.33±0.06	3.853	0	-	2007
HD 100777 b	52.8	1.03±0.03	1.16±0.8	-	384±1	0.36±0.02	203±3	2007
HD 101930 b	30.49	0.302	0.3	-	70.46±0.18	0.11±0.02	251±11	2005
HD 102117 b	42	0.153±0.009	0.172±0.018	-	20.67±0.04	0.106±0.07	283±3	2004
HD 102195 b	29	0.049	0.45	-	4.114	0	-	2005
HD 104985 b	102	0.78	6.3	-	198.2±0.3	0.03±0.02	310±30	2003
HD 106252 b	37.44	2.61	6.81	-	1500±30	0.54±0.05	290±3	2002
HD 10697 b	30	2.13	6.12	-	1077.906	0.11	97	2000
HD 107148 b	51.3	0.27±0.02	0.21±0.04	-	48.06±0.06	0.05±0.17	75	2006
HD 108147 b	38.57	0.104	0.4	-	10.901±0.001	0.5±0.025	318±3	2002
HD 108874 b	68.5	1.05±0.02	1.36±0.13	-	395.4±2.5	0.07±0.04	248±36	2003
HD 108874 c	68.5	2.68±0.25	1.02±0.3	-	1606±88	0.25±0.07	17±23	2005
HD 109749 b	59	0.064	0.28±0.02	-	5.24±0.02	0	-	2005
HD 111232 b	29	1.97	6.8	-	1143±14	0.2±0.01	98±6	2004
HD 114386 b	28	1.62	0.99	-	872±34	0.28±0.1	345±31	2003
HD 114729 b	35	2.08	0.82	-	1131.478	0.31	80	2002
HD 114783 b	22	1.2	0.99	-	501	0.1	-	2001
HD 11506 b	53.8	2.35	4.85	-	1280±45	0.22±0.06	-	2007
HD 117207 b	33	3.78	2.06	-	2627±64	0.16±0.05	82±20	2004
HD 117618 b	38	0.28±0.02	0.19±0.04	-	52.2±0.5	0.39±0.1	359±40	2004
HD 118203 b	88.6	0.07	2.13	-	6.134	0.309±0.014	155.7±2.4	2005
HD 11964 b	33.98	0.229	0.11	-	37.82	0.15	-	2005
HD 11964 c	33.98	3.167	0.7	-	1940	0.3	-	2007
HD 11977 b	66.5	1.93	6.54	-	711	0.4±0.07	352±10	2005
HD 121504 b	44.37	0.32	0.89	-	64.6	0.13	199±20	2003
HD 122430 b	135	1.02	3.71	-	345±1	0.68±0.09	91±17	2003
HD 125612 b	52.82	1.2	3.2	-	502±14	0.39±0.05	-	2007
HD 12661 b	37.16	0.83	2.3	-	263.6±1.2	0.35±0.03	292±5	2000
HD 12661 c	37.16	2.56	1.57	-	1445±13	0.2±0.04	162±19	2002
HD 128311 b	16.6	1.1±0.04	2.18±0.02	-	449±7	0.25±0.1	111±36	2002
HD 128311 c	16.6	1.76±0.13	3.2±0.3	-	919	0.17±0.09	200±150	2005
HD 130322 b	30	0.088	1.08	-	10.724	0.048	205±22	1999
HD 132406 b	71	1.98	5.61	-	974±39	0.34±0.09	214±19	2007
HD 141937 b	33.46	1.52	9.7	-	653.2±1.2	0.41±0.01	187.7±0.8	2002
HD 142 b	20.6	0.98	1	-	337.112	0.38	-	2001
HD 142022 A b	35.87	2.8	4.4	-	1923±80	0.57	172±3	2005
HD 142091 b	31.1	2.7	1.8	-	1191±10	0.19±0.1	34±40	2007
HD 142415 b	34.2	1.05	1.62	-	386.3±1.6	0.5	255±4	2003
HD 147506 b	135	0.068±0.002	8.64±0.44	0.952±0.027	5.633	0.517±0.002	189.1±0.4	2007
HD 147513 b	12.9	1.26	1	-	540.4±4.4	0.52±0.08	294±8	2003
HD 149026 b	79	0.043	0.36±0.03	0.71±0.05	2.877±0.001	0	-	2005
HD 149143 b	63	0.053	1.33	-	4.1±0.7	0.016±0.01	0	2005
HD 150706 b	27.2	0.82	1	-	264±6	0.38±0.12	178±32	2002
HD 154345 b	18.06	9.21	2.03	-	10900±2800	0.474±0.01	11±25	2006

HD 154857 b	68.5	1.2±0.2	1.8±0.4	-	409±1	0.47±0.02	59±4	2004
HD 155358 b	43	0.63±0.02	0.89±0.12	-	195±1	0.11±0.04	162±20	2007
HD 155358 c	43	1.22±0.08	0.5±0.075	-	530±27	0.176±0.174	279±38	2007
HD 156846 b	49	0.99	10.45±0.05	-	359.51±0.09	0.847±0.002	52.2±0.4	2007
HD 159868 b	52.7	2±0.3	1.7±0.3	-	986±9	0.69±0.02	97±3	2007
HD 160691 b	15.3	1.5	1.67±0.1	-	643±1	0.13±0.02	22±7	2000
HD 160691 c	15.3	5.24	1.8	-	4200±760	0.1±0.06	58±44	2004
HD 160691 d	15.3	0.091	0.033	-	9.639±0.002	0.17±0.04	213±13	2004
HD 160691 e	15.3	0.92	0.52	-	310.6±0.8	0.067±0.012	190±10	2006
HD 16175 b	60	2.07	4.5	-	856±80	0.48±0.1	223±8	2007
HD 164922 b	21.9	2.11±0.13	0.36±0.05	-	1155±23	0.05±0.14	195	2006
HD 167042 b	50	1.3	1.6	-	416±4	0.03±0.04	34±40	2007
HD 168443 b	33	0.3±0.02	8.02±0.65	-	58.113±0.006	0.53±0.03	173±1	1998
HD 168746 b	43.12	0.065	0.23	-	6.403±0.001	0.08±0.03	16±21	2002
HD 169830 b	36.32	0.81	2.88	-	225.6±0.2	0.31±0.01	148±2	2000
HD 169830 c	36.32	3.6	4.04	-	2102±264	0.33±0.02	252±8	2003
HD 170469 b	65	2.24	0.67	-	1145±18	0.11±0.08	34±19	2007
HD 17092 b	109	1.29±0.05	4.6±0.3	-	360±2.4	0.17±0.05	348±14	2007
HD 171028 b	90	1.29	1.83	-	538±2	0.61	305±1	2007
HD 17156 b	78.24	0.15	3.08	1.15±0.11	21.2±0.3	0.67±0.08	-	2007
HD 175541 b	128	1.03	0.61	-	297±6	0.33±0.2	183±30	2007
HD 177830 b	59	1	1.28	-	391	0.43	191	1999
HD 178911 B b	46.73	0.32	6.292	-	71.49±0.02	0.124±0.008	176±4	2001
HD 179949 b	27	0.045±0.001	0.95±0.04	-	3.092	0.022±0.014	183±34	2000
HD 183263 b	53	1.52	3.69	-	634.23	0.38±0.03	242±53	2004
HD 185269 b	47.6	0.077	0.94	-	6.838	0.3±0.04	-	2006
HD 187085 b	45	2.05	0.75	-	986	0.47	94	2006
HD 187123 b	50	0.042	0.52	-	3.097	0.03±0.003	20	1998
HD 188015 b	52.6	1.19	1.26	-	456.46	0.15±0.09	293±36	2004
HD 189733 b	19.3	0.031±0	1.15±0.05	1.156±0.032	2.219	0	-	2005
HD 190228 b	66.11	2.31	4.99	-	1127±42	0.43±0.08	107±6.5	2002
HD 190360 b	15.9	3.9±0.2	1.5±0.13	-	2891±85	0.36±0.03	154±32	2003
HD 190360 c	15.9	0.128±0.002	0.057±0.015	-	17.1±0.015	0.05±0.05	154±32	2005
HD 190647 b	54.2	2.07±0.06	1.9±0.06	-	1038±5	0.18±0.02	233±10	2007
HD 192263 b	19.9	0.15	0.72	-	24.348±0.005	0	-	2003
HD 192699 b	67	1.16	2.5	-	351.5±6	0.15±0.06	54±30	2007
HD 195019 b	20	0.139±0.008	3.7±0.3	-	18.202	0.014±0.004	322±20	1998
HD 196050 b	46.9	2.5	3	-	1289	0.28	223	2002
HD 196885 b	33	2.63	2.96	-	1349±11	0.46±0.03	91.4±4	2007
HD 19994 b	22.38	1.3	2	-	454±19	0.2	282±47	2003
HD 202206 b	46.34	0.83	17.4	-	255.87±0.06	0.435±0.001	161.2±0.3	-
HD 202206 c	46.34	2.55	2.44	-	1383±19	0.27±0.02	79±6.7	2004
HD 20367 b	27	1.25	1.07	-	500±6	0.23±0.1	83±26	2002
HD 2039 b	89.8	2.2±0.2	4.9±1.7	-	1193±150	0.68±0.15	223	2002
HD 20782 b	36	1.36±0.12	1.8±0.23	-	585.86±0.03	0.92±0.03	147±3	2006
HD 208487 b	45	0.49±0.04	0.45±0.05	-	123±1	0.3±0.1	126±40	2004
HD 209458 b (Озирис)	47	0.045	0.69±0.05	1.32±0.25	3.525	0.07	83	1999
HD 210277 b	22	1.1±0.02	1.23±0.03	-	442.1±0.4	0.47±0.01	118±2	1998
HD 210702 b	56	1.17	2	-	341.1	0.15±0.08	301±30	2007
HD 212301 b	52.7	0.036	0.45	-	2.457	0	-	2005
HD 213240 b	40.75	2.03	4.5	-	951±42	0.45±0.04	214±7	2001
HD 216435 b	33.3	2.7	1.49	-	1442.919	0.34	81	2002
HD 216437 b	26.5	2.7	2.1	-	1294	0.34	67	2002
HD 216770 b	38	0.46	0.65	-	118.5±0.4	0.37±0.06	281±10	2003
HD 217107 b	37	0.073±0.001	1.33±0.05	-	7.127	0.132±0.005	22.7±2	1998
HD 217107 c	37	4.4±0.2	2.5±0.5	-	3352±157	0.54±0.03	164	1998
HD 219449 b	45	0.3	2.9	-	182	-	-	2003
HD 219828 b	81	0.052	0.066	-	3.833±0.001	0	-	2007
HD 221287 b	52.9	1.25±0.04	3.1±0.8	-	456±8	0.08	98±92	2007
HD 222582 b	42	1.35	5.11	-	572	0.76	293	1999
HD 224693 b	94	0.233	0.71	-	26.73±0.02	0.05±0.03	-	2006
HD 23079 b	34.8	1.65	2.61	-	738.459	0.1	43	2001
HD 23127 b	89.1	2.4±0.3	1.5±0.2	-	1214±9	0.44±0.07	190±6	2007
HD 231701 b	108.4	0.556	1.78	-	142±3	0.1±0.08	117±24	2007
HD 23596 b	52	2.72	7.19	-	1558±32	0.31±0.04	269±4	2002
HD 2638 b	53.71	0.044	0.48	-	3.444	0	-	2005
HD 27442 b	18.1	1.18	1.28	-	423.841	0.07	4	2000
HD 27894 b	42.37	0.122	0.62	-	17.991±0.007	0.049±0.008	133±10	2005
HD 28185 b	39.4	1.03	5.7	-	383±2	0.07±0.04	351±25	2001
HD 285968 b	9.4	0.073±0.001	0.076±0.01	-	10.237±0.004	0.23±0.13	210±33	2007
HD 30177 b	55	3.9±0.9	9.2±1.5	-	2820±800	0.3±0.17	13	2002
HD 330075 b	50.2	0.043	0.76	-	3.369±0.004	0	-	2004
HD 33283 b	86	0.168	0.33	-	18.179±0.007	0.48±0.05	156±8	2006
HD 33564 b	21	1.1	9.1	-	388±3	0.34±0.02	205±4	2005
HD 37124 b	33	0.53	0.61	-	154.5±0.4	0.055	140.5	1999
HD 37124 c	33	1.64	0.6	-	843.6	0.14	314.3	2002
HD 37124 d	33	3.19±0.18	0.68±0.1	-	2295	0.2	266	2005
HD 37605 b	42.9	0.25	2.3	-	55	0.68±0.01	218.3±1.5	2004
HD 38529 b	42.43	0.129	0.78	-	14.31±0.05	0.29±0.02	88±4	2000
HD 38529 c	42.43	3.68	12.7	-	2174±30	0.36±0.05	15±10	2002
HD 40979 b	33.3	0.811	3.32	-	267±3	0.23±0.05	310.8	2002
HD 41004 A b	42.5	1.31	2.3	-	655±37	0.39±0.17	114±10	2004
HD 4113 b	44	1.28	1.56±0.04	-	526.6±0.3	0.903±0.005	317.7±2	2007
HD 4203 b	77.5	1.09	1.65	-	400.944	0.46	289	2001
HD 4208 b	33.9	1.67	0.8	-	812.197	0.05	249	2001
HD 4308 b	21.9	0.114	0.047	-	15.56	0	-	2005
HD 43691 b	93	0.24	2.49	-	36.96±0.02	0.14±0.02	290±5	2007

HD 45350 b	49	1.92±0.07	1.79±0.14	-	891±37	0.78±0.01	343.4±2.3	2004
HD 46375 b	33.4	0.041	0.249	-	3.024	0.04	52	2000
HD 47536 b	123	1.61	4.96	-	712.1±0.3	0.2±0.08	261±24	2003
HD 49674 b	40.7	0.058±0.003	0.115±0.016	-	4.944±0.003	0.23±0.15	283	2002
HD 50499 b	47.26	3.86±0.06	1.71±0.02	-	2583±110	0.23±0.14	262±36	2005
HD 50554 b	31.03	2.38	4.9	-	1279±41	0.42±0.03	0±10	2002
HD 52265 b	28	0.49±0.01	1.13±0.06	-	119±0.1	0.29±0.04	236	2000
HD 5319 b	100	1.75	1.94	-	675±17	0.12±0.08	76±35	2007
HD 59686 b	92	0.911	5.25	-	303	0	-	2003
HD 62509 b	10.3	1.69±0.03	2.9±0.1	-	589.6±0.8	0.02±0.03	355±96	2006
HD 63454 b	35.8	0.036	0.38	-	2.818	0	-	2005
HD 6434 b	40.32	0.15	0.48	-	22.09	0.3±0.15	144±13	2000
HD 65216 b	34.3	1.37	1.21	-	613±11	0.41±0.06	198±6	2003
HD 66428 b	55	3.2±0.2	2.82±0.03	-	1973±31	0.465±0.03	153±4	2006
HD 68988 b	58	0.071	1.9	-	6.276	0.14	-	2001
HD 69830 b	12.6	0.079	0.033	-	8.667±0.003	0.1±0.04	340±26	2006
HD 69830 c	12.6	0.186	0.038	-	31.56±0.04	0.13±0.06	221±35	2006
HD 69830 d	12.6	0.63	0.058	-	197±3	0.07±0.07	224±61	2006
HD 70573 b	45.7	1.76±0.05	6.1±0.4	-	852±12	0.4±0.1	270±15	2007
HD 70642 b	29	3.3	2	-	2231±400	0.1±0.06	277±75	2003
HD 72659 b	51.4	4.16	2.96	-	3177.4	0.2	358	2002
HD 73256 b	36.5	0.037	1.87	-	2.549	0.03±0.02	335±6	2003
HD 73526 b	99	0.66±0.05	2.9±0.2	-	188.3±0.9	0.19±0.05	203±9	2002
HD 73526 c	99	1.05±0.08	2.5±0.3	-	377.8±2.4	0.14±0.09	13±76	2006
HD 74156 b	64.55	0.294	1.88±0.03	-	51.65±0.01	0.64±0.01	175.8±1.4	2003
HD 74156 c	64.55	3.85	8.03±0.12	-	2476±9	0.43±0.01	261.3±2	2003
HD 74156 d	64.55	1.01	0.4±0.02	-	337±4	0.25±0.11	167±27	2007
HD 75289 b	28.94	0.046	0.42	-	3.51	0.054	216	1999
HD 75898 b	80.6	0.737	1.48	-	204±3	0.35±0.07	130±10	2007
HD 76700 b	59.7	0.049±0.004	0.2±0.02	-	3.971±0.001	0.13±0.04	24	2002
HD 80606 b	58.38	0.439	3.41	-	111.8±0.2	0.927±0.012	291.5±7	2003
HD 81040 b	32.6	1.94	6.9±0.7	-	1002±7	0.53±0.04	81±7	2005
HD 82943 b	27.46	1.19	1.75	-	441.2	0.219	284	2003
HD 82943 c	27.46	0.746	2.01	-	219	0.359	127	2003
HD 83443 b	43.54	0.041±0.003	0.4±0.034	-	2.986±0.001	0.08±0.03	24	2002
HD 8574 b	44.15	0.76	2.23	-	229±1	0.4±0.04	-	2002
HD 86081 b	91	0.039	1.5	-	2.138	0.008±0.004	250±40	2006
HD 88133 b	74.5	0.047	0.22	-	3.41	0.11±0.05	10.2	2004
HD 89307 b	33	4.15	2.73	-	3090	0.27	-	2004
HD 89744 b	40	0.89	7.99	-	256.605	0.67	193	2000
HD 92788 b	32.82	0.97	3.86	-	377.7	0.27	286	2000
HD 93083 b	28.9	0.477	0.37	-	143.6±0.6	0.14±0.03	334±8	2005
HD 99109 b	60.5	1.105±0.065	0.5±0.07	-	439±6	0.09±0.16	256	2006
HD 99492 b	18	0.123±0.007	0.109±0.013	-	17.043±0.005	0.25±0.09	219±22	2004
HIP 14810 b	53	0.069±0.004	3.84±0.54	-	6.674±0.002	0.147±0.006	159±2	2006
HIP 14810 c	53	0.41±0.23	0.76±0.12	-	95.291±0.002	0.41±0.006	354±2	2006
iota Draconis b	31.5	1.275±0.074	8.82±0.72	-	511.1±0.1	0.712±0.004	91.6±0.8	2002
iota Horologii b	15.5	0.9±0.1	1.94±0.2	-	311±2	0.24±0.07	343	1999
Lupus-TR-3 b	1000	0.046±0.001	0.81±0.18	0.89±0.07	3.914	0	-	2007
OGLE-05-071L b	2900	1.8	0.9	-	2900	-	-	2005
OGLE-05-169L b	2700	2.8	0.04	-	3300	-	-	2005
OGLE-05-390L b	6500	2.1	0.017±0.01	-	3500	-	-	2005
OGLE-TR-10 b	1500	0.042	0.63±0.14	1.26±0.07	3.101	0	-	2004
OGLE-TR-111 b	1500	0.047±0.001	0.53±0.11	1.067±0.054	4.016	0	-	2004
OGLE-TR-113 b	1500	0.023±0	1.32±0.2	1.09±0.03	1.432	0	-	2004
OGLE-TR-132 b	1500	0.031±0.001	1.19±0.13	1.13	1.69	0	-	2004
OGLE-TR-182 b	-	0.051±0.001	1.01±0.15	1.13±0.13	3.979	0	-	2007
OGLE-TR-211 b	-	0.051±0.001	1.03±0.2	1.36±0.18	3.677	0	-	2007
OGLE-TR-56 b	1500	0.023±0	1.29±0.12	1.3±0.05	1.212	0	-	2002
OGLE235-MOA53 b	5200	5.1±1.6	2.6±0.8	-	-	-	-	2004
pi Mensae b	20.55	3.29	10.35	-	2063.818	0.62	331	2001
PSR 1257+12 a	300	0.19	0	-	25.262±0.003	0	-	-
PSR 1257+12 b	300	0.36	0.013	-	66.542±0	0.0186±0	250±6	-
PSR 1257+12 c	300	0.46	0.012	-	98.211±0	0.0252±0	108±5	-
PSR B1620-26 b (Мафусаил)	3800	23	2.5±1	-	36500	-	-	-
q1 Eridani b	17.3	2.1	0.91	-	1040±37	0.18±0.08	68±17	2003
rho Corona Borealis b	16.7	0.22	1.04	-	39.845	0.04±0.15	311	1997
SWEEPS-11 b	2000	0.03	9.7±5.6	1.13±0.21	1.796	-	-	2006
SWEEPS-4 b	2000	0.055	3.8	0.81±0.1	4.2	-	-	2006
tau Bootis b	15	0.046	3.9	-	3.314±0.001	0.01	65	1996
TrES-1	157	0.039±0.001	0.61±0.06	1.08±0.03	3.03	0.14±0.1	-	2004
TrES-2	220	0.037±0.001	1.98±0.053	1.22±0.045	2.471	0	-	2006
TrES-3	302	0.023±0.001	1.92±0.23	1.3±0.08	1.306	0	-	2007
TrES-4 b	440	0.049±0.002	0.84±0.1	1.67±0.1	3.554	0	-	2007
TW Hya b	54	0.041±0.002	1.2±0.4	-	3.56±0.02	0.04±0.03	105±27	2007
upsilon Andromedae b	13.47	0.059±0.001	0.69±0.03	-	4.617	0.029±0.013	46±29	1996
upsilon Andromedae c	13.47	0.829	1.89	-	241.5±1	0.28±0.11	250	1999
upsilon Andromedae d	13.47	2.51±0.04	3.75	-	1275±5	0.24±0.02	258.5±5.5	1999
V391 Pegasi b	1400	1.7±0.1	3.2±0.7	-	1170±44	0	-	2007
WASP-1 b	380	0.038±0.001	0.89±0.2	1.36±0.1	2.52	0	-	2006
WASP-2 b	144	0.031±0.011	0.88±0.11	1.02±0.15	2.152	0	-	2006
WASP-3 b	223	0.03	1.83	1.38	1.85	0	-	2007
WASP-4 b	261	0.023	1.27	1.44	1.34	0	-	2007
WASP-5 b	297	0.027	1.6	1.13	1.63	0	-	2007
XO-1 b	200	0.049±0.001	0.9±0.07	1.34±0.12	3.942	0	-	2006
XO-2 b	149	0.037±0.002	0.57±0.06	0.97±0.03	2.616	0	-	2007

Астротоп 100 России

Народный рейтинг астрокосмических сайтов

О ПРОЕКТЕ

НОВОСТИ ПРОЕКТА

ПРЕСС-РЕЛИЗЫ

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ АСТРОНОМА

Астротоп России <http://www.astrotop.ru> начинает новый конкурс среди астрокосмосайтов «ЗАРЯ-2007»! Участвуйте в нем имеющем аналогов проекте! Конкурс по традиции продлится с января по март текущего года. После подведения итогов, победителям будут вручены призы на фестивале любителей Астрономии «Астрофест-2008». Скажите свое слово в АстроРунете!



КА-ДАР
ОБСЕРВАТОРИЯ

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

Сделайте шаг к науке
вместе с нами!

НЦ Ка-Дар представляют

Астрономический календарь на 2008

Любители астрономии Москвы и Московской области смогут приобрести АК_2008 в Научном Центре Ка-Дар. Любителям астрономии других городов предоставляется возможность приобрести календарь по почте, через магазин «Звездочет» <http://shop.astronomy.ru/>

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



Если у вас есть мечта провести ряд наблюдений на крупном стационарном инструменте, её можно осуществить с помощью обсерватории научного центра «Ка-Дар». Мы будем рады видеть Вас в обсерватории научного центра «Ка-Дар»! Мечты должны сбываться! Подробности и контакты на <http://www.ka-dar.ru/observ>

Объявления, предложения, контакты, сообщения

Журнал «Небосвод» принимает для публикации адреса любителей астрономии для переписки, а также объявления и другую полезную информацию от любителей астрономии. Присылайте Ваши предложения и объявления на адрес журнала.

Наблюдательная база журнала «Небосвод», расположенная в нескольких десятках километров севернее Сочи около Черноморского побережья, открыта для любителей астрономии круглый год. Если у вас есть желание провести наблюдения южного неба, пишите на адрес журнала nebosvod_journal@mail.ru Вы можете приехать на любое желаемое количество дней. Ясного южного неба и успешных наблюдений!

Как оформить подписку на бесплатный астрономический журнал «Небосвод»

Подписку можно оформить в двух вариантах: печатном (принтерном) и электронном. На печатный вариант можно подписаться, прислав обычное письмо на адрес редакции: 461 675, Россия, Оренбургская область, Северный район, с. Камышлинка, Козловскому Александру Николаевичу. На этот же адрес можно присылать рукописные и отпечатанные на принтере материалы для публикации. Рукописи и печатные материалы не возвращаются, поэтому присылайте копии, если Вам нужен оригинал. На электронный вариант в формате pdf можно подписаться (запросить все предыдущие номера) по e-mail ниже. Тема сообщения - «Подписка на журнал «Небосвод». По этим e-mail согласовывается и печатная подписка. **Внимание!** Присылайте заказ на тот e-mail, который ближе всего по региону к Вашему населенному пункту.

Урал и Средняя Волга:

Республика Беларусь:

Литва и Латвия:

Новосибирск и область:

Красноярск и край:

С. Петербург:

Гродненская обл. (Беларусь) и Польша:

Омск и область:

Германия:

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

Ленинградская область:

Украина:

Александр Козловский sev_kip2@samaratransgaz.gazprom.ru

Алексей Ткаченко alex_tk@tut.by

Андрей Сафронов safronov@sugardas.lt

Алексей ... inferno@cn.ru

Сергей Булдаков buldakov_sergey@mail.ru

Елена Чайка smeshinka1986@bk.ru

Максим Лабков labkowm@mail.ru

Станислав ... star_heaven@mail.ru

Lidia Kotscherow kotscheroff@mail.ru

Конов Андрей konov_andrey@pochta.ru

Евгений Бачериков batcherikow@mail.ru



Аналемма над Нью-Джерси

