

Ирина Юрьевна Позднякова
Любительская астрономия: люди открывшее небо

Библиотека Гутенберга –



Текст предоставлен правообладателем
«Любительская астрономия: люди открывшее небо / И. Ю. Позднякова»: АСТ; Москва; 2017
ISBN 978-5-17-100784-3

Аннотация

Книга представляет собой популярный рассказ о научных открытиях, сделанных людьми, которые не были профессиональными астрономами. Астрономия – одна из самых увлекательных наук, и одновременно одна из немногих современных областей знания, в которой ощутимую научную ценность могут принести исследования непрофессионалов. Кроме того, любительская астрономия – очень зрелищное и захватывающее хобби. Чем притягательны для нас просторы Вселенной, как люди открывали для себя ее тайны, какие виды астрономических наблюдений доступны любителям и чем астрономы-любители могут помочь профессионалам даже сейчас, в век высоких технологий и гигантских телескопов? Обо всем этом читатель узнает из книги. Для среднего школьного возраста.

Ирина Позднякова
Любительская астрономия: люди открывшее небо

© ООО «Издательство АСТ», 2018

* * *

Введение

Чем притягательны для нас просторы Вселенной? Как люди открывали для себя ее тайны? Какие виды астрономических наблюдений доступны любителям? Обо всем этом ты, дорогой читатель, узнаешь из этой книги.

Наука и научное познание как метод исследования мира берут начало в глубокой древности, оформившись в эпоху античности. Тогда же появились ученые, или, как называли их в Древней Греции и Риме,

философы – люди, занимающиеся наукой, то есть поиском, сохранением и передачей научных знаний. По большому счету мыслители античности, Средневековья и Возрождения были любителями. Чаще всего они принадлежали к состоятельному кругу людей (или же к религиозным кругам – например, в античности знания о природе собирали жрецы, в Средневековье книги, а вместе с ними и образование, в основном были доступны лишь монашеству). Философские труды не приносили этим людям материального дохода. Прикладные открытия и изобретения могли делать ремесленники, которые, опять же, получали деньги за свои основные занятия. Современная наука, в нашем понимании, появилась лишь в эпоху Возрождения – с опытами Галилео Галилея, поставившего во главу науки экспериментальный метод. Лишь в последние 200–300 лет появилось четкое разделение на профессиональных ученых (тех, кто имеет профессиональное образование и получает деньги за научные исследования) и любителей.

Однако уже в Средневековье появляются первые университеты, ученые степени и звания. Но наука еще строится на умозрительных заключениях, и роль профессоров сводится в основном в передаче знаний студентам.

В Новое же время основой научного метода становится эксперимент, и задачей ученого становится активный поиск – например, новых веществ, видов животных, метод эксперимента – проверка фактами старых и создание новых теорий, объясняющих наблюдаемые факты...





Практически до начала XX века научные открытия в разных областях довольно часто совершались любителями. В основном это были люди, имеющие возможность и свободное время для занятий наукой. В частности, много ученых-любителей было среди знати и духовенства.

В настоящее время наука в большинстве своем очень узкоспециализирована. Человек, интересующийся какой-либо областью научных знаний, не сможет понять ее во всей полноте, не получив высшего образования в этой области и не изучив дополнительно несколько смежных дисциплин. Прежде всего это касается естественных наук.

Но остается одна наука, в которой любители все еще могут принести большую пользу, получая при этом удовольствие от своего увлечения. Эта наука – астрономия.

Популярности астрономии как хобби, несомненно, способствует ореол романтики вокруг звездного неба. Оттенков у этой романтики очень много: и названия созвездий, связанные с мифами и легендами, и романтика открытия тайн природы, и героизм космических полетов... Конечно, в реальности все сложнее и труднее, но, как правило, всех этих составляющих хватает, чтобы заинтересовать ребенка – чаще всего астрономией «заболевают» в детстве. Именно тогда у большинства происходит первая встреча с телескопом, зрительной трубой или биноклем, первые наблюдения Луны или спутников Юпитера...

Самое яркое ощущение в любительских астрономических наблюдениях – то, что ты видишь своими глазами планету, туманность, галактику или другой объект, о котором знал до того только из книг или фильмов... Не важно, что изображение в окуляре телескопа не похоже на красочные иллюстрации и компьютерные модели. Главное – это осознание, что вот тот маленький диск или серпик – планета, сравнимая с Землей, или даже больше ее, а вот то туманное пятнышко – галактика, состоящая из миллиардов звезд, свет которой шел к нам миллионы лет...

Ради таких мгновений люди и покупают, или изготавливают самостоятельно, любительские телескопы – от совсем небольших и простых до приборов, не уступающих профессиональным. Но владельцы телескопов далеко не всегда ограничиваются простым разглядыванием объектов и часто ставят себе сложные наблюдательские и научные задачи. Множество красочных астрономических фотографий сделано именно любителями. Наблюдая переменные звезды, метеорные потоки кометы, проявления солнечной активности, астроном-любитель может принести реальную пользу науке.

Число любителей астрономии во всем мире – порядка 100 тыс. человек, что в 10 раз больше, чем астрономов-профессионалов, которых всего около 10 тысяч. Наверное, можно сравнить астрономов-любителей с субкультурой – если учесть, что у них есть свой особый сленг, свои традиции, свои неформальные сети общения...

Существуют объединения астрономов-любителей, которые координируют их деятельность, ставят перед ними различные научные задачи, организуют мероприятия, в том числе и просветительского характера. В России, например, самым крупным просветительским астрономическим мероприятием является фестиваль любительской астрономии «Астрофест», проходящий ежегодно в Московской области. Сайт фестиваля <http://www.astrofest.ru/>

В этой книге рассказано о том, чем занимаются астрономы-любители, дается обзор основных типов объектов и методов наблюдения. Кроме того, вы узнаете об истории астрономии и о людях – живших в прошлом, и наших современниках – которые двигали и двигают вперед науку о небе, не будучи профессиональными астрономами

Глава I

Астрономия до телескопа: от мифов до науки

1. Зарождение науки

Звездное небо, как и любое явление природы, рано или поздно должно было стать предметом человеческого любопытства. Произошло это, судя по всему, очень давно – ведь явления, происходящие на небе, имели для древних людей вполне практический смысл. Прежде всего, они помогали измерять большие отрезки времени – часы, сутки, месяцы, годы. Пастухи, земледельцы и охотники давно обратили внимание на периодичность лунных фаз, на то, что в разные сезоны года видны разные приметные группы звезд...

Первый утренний восход самой яркой звезды ночного неба, которую мы знаем сейчас как Сириус – происходил незадолго до разлива Нила, на что обратили внимание жрецы Древнего Египта. Другие «небесные приметы» помогали определить время сезонных миграций птиц и зверей, сроки посева и уборки урожая...

Со временем знаний становилось все больше. Заметные группы звезд – созвездия – получили свои названия. Появились мифы, объясняющие их появление на небе. Появилась и потребность объяснить непонятные и редкие явления – такие, например, как солнечные и лунные затмения, кометы. Среди неподвижных и неизменных созвездий обнаружилось несколько «блуждающих звезд», меняющих свое положение. В Древней Греции их назвали планетами – в переводе «странниками», но знали о них еще раньше в Вавилоне и Древнем Египте.

Древнейшие цивилизации Египта и Междуречья уже вели лунный календарь, им были знакомы такие явления, как летнее и зимнее солнцестояния, весеннее и осеннее равноденствия.

Вавилонские жрецы составили множество астрономических таблиц. Они ввели деление полного угла на 360 градусов, заложили основы для развития тригонометрии, создали лунный календарь. Они впервые ввели деление года на месяцы и недели.

Активно проводились астрономические наблюдения в Древнем Китае. Китайские астрономы оставили больше всего в истории Древнего мира сообщений о необычных явлениях на небе: затмениях, кометах, метеорных дождях, новых звездах. Первая запись о появлении кометы в китайских хрониках относится к 631 г. до н. э., о лунном затмении – к 1137 г. до н. э., о солнечном – к 1328 г. до н. э., первый метеорный поток описан в 687 г. до н. э... Благодаря китайским астрономам мы можем проследить историю возвращений к Солнцу кометы Галлея более чем за две тысячи лет! Самое раннее однозначно идентифицируемое сообщение о ней датируется 240 г. до н. э. Возможно, что комета, наблюдавшаяся в 466 г. до н. э. также является кометой Галлея. Начиная с 87 г. до н. э. отмечены все последующие появления. В 301 г. впервые замечены пятна на Солнце (крупные пятна видны невооруженным глазом в сильно задымленном или запыленном воздухе, а также у горизонта на восходе или заходе Солнца). Позже они регистрировались неоднократно.

2. В Древней Элладе

Астрономия Древней Греции создала наиболее совершенную научную (вернее философскую) картину мира в тот период. Ученые Эллады старались понять общее устройство Вселенной, одновременно

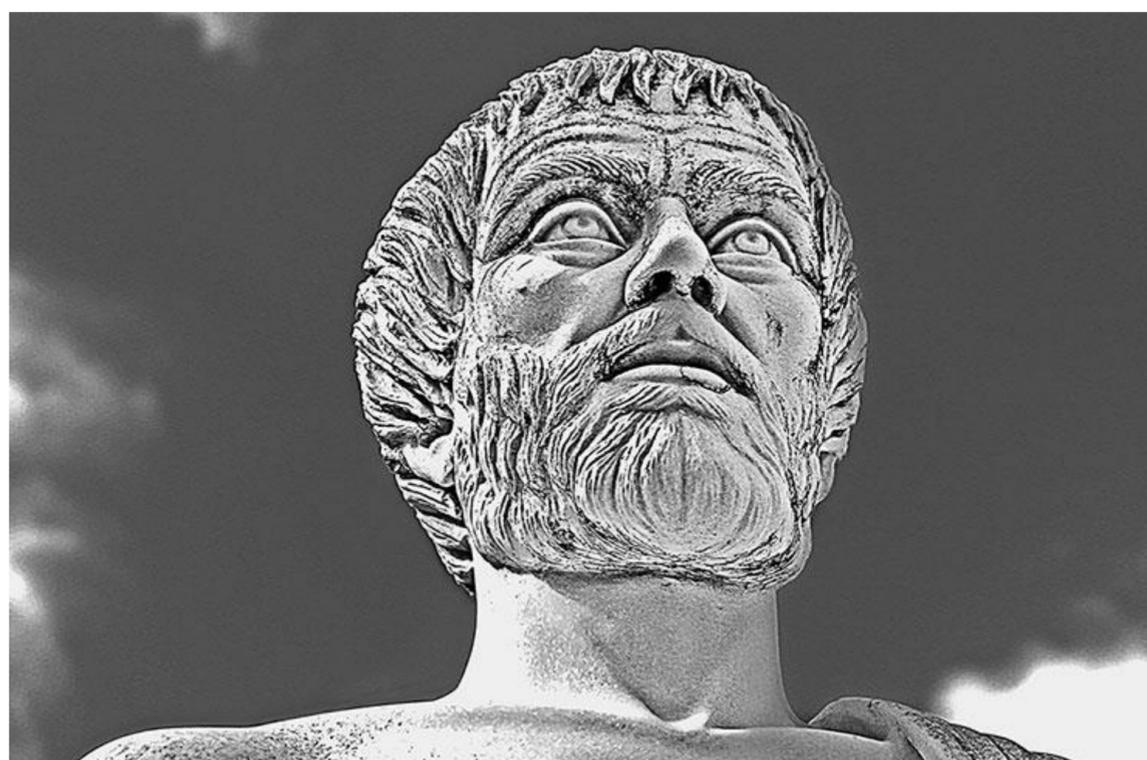
совершенствуя методы наблюдений и вычислений.

До появления телескопа основным инструментом астронома были его собственные глаза, которым помогали угломерные инструменты, позволяющие измерить высоту светил над горизонтом, угловое расстояние между ними. Простейший из таких инструментов – гномон – представлял собой всего лишь вертикальный шест, воткнутый в землю. Однако, по длине отбрасываемой им тени можно вычислить высоту Солнца над горизонтом, определить, когда наступает полдень, а производя наблюдения изо дня в день – определить день солнцестояния. В Древней Греции была изобретена астролябия – один из основных угломерных инструментов древности, позволяющий не только измерить высоту светила в градусах, но и определить широту места наблюдения.

Как же представляли себе древние ученые устройство Вселенной?

Почти везде картина мира была основана на видимых кажущихся явлениях, происходящих на небе. Вначале Земля представлялась огромным плоским диском, лежащим в центре Вселенной, и покрытым куполом неба. Однако позже появилась идея (одним из первых ее высказал Пифагор), что Земля – вовсе не диск, а шар. Впоследствии этому нашлось много подтверждений: например, то, что из-за горизонта первыми показываются мачты корабля, верхушки деревьев и гор (по мере приближения). Доказательством шарообразности Земли служит и ее тень на лунном диске во время лунных затмений. Края тени всегда имеют округлую форму.

Древнегреческие ученые смогли многое узнать и понять. Например, Эратосфен в 240 г. до н. э. довольно точно определил длину земной окружности и наклон земной оси. Величайший астроном древности Гиппарх (ок. 190 до н. э. – ок. 120 до н. э.) уточнил длину года, длительность синодического и сидерического лунных месяцев¹ (с точностью до секунды), измерил средние периоды обращения планет. По таблицам Гиппарха можно было предсказывать солнечные и лунные затмения с неслыханной для того времени точностью – до 1–2 часов. Именно он ввел географические координаты – широту и долготу. Но главным достижением Гиппарха стало открытие смещения небесных координат – «предварения равноденствий». Изучив данные наблюдений за 169 лет, он нашёл, что положение Солнца в момент равноденствия сместилось на 2° , или на $47''$ в год (на самом деле – на $50,3''$). Другими словами, каждый год равноденствие наступает немного раньше, чем в предыдущем году – примерно на 20 минут 24 секунды. Основная причина предварения равноденствий – прецессия, периодическое изменение направления земной оси под влиянием притяжения Луны, а также (в меньшей степени) Солнца. Изменения направления земной оси приводит к изменению положения на небосводе точек небесных полюсов: так, Полярная звезда раньше находилась дальше от полюса, чем сейчас, а в будущем снова удалится от него. Это смещение является периодическим, и примерно каждые 26 000 лет точки равноденствия возвращаются на прежние места, а небесные полюсы, описав на фоне звезд окружность, тоже занимают прежнее положение.



¹ См. главу «Луна и ее наблюдения».



В 134 году до н. э. в созвездии Скорпион появилась новая яркая звезда. Это побудило Гиппарха задуматься об отслеживании изменений на небе. Для облегчения этой задачи он составил каталог для 850 звёзд, разбив их на 6 классов по яркости: от самых ярких – звезд первой величины – до самых слабых, едва заметных невооруженным глазом – шестой величины. В усовершенствованном виде эта шкала яркости звезд существует до сих пор. Для слабых звезд, которые видны только в телескоп, введены величины 7, 8 и т. д. Самый слабый объект, снятый с помощью космического телескопа «Хаббл», имеет 31 звездную величину. Для особенно ярких светил яркость выражается отрицательным числом: например, блеск полной Луны – минус 12, а Солнца – минус 26. Отрицательную звездную величину могут иметь планеты Венера, Марс, Юпитер и Сатурн, ее также имеют 4 ярчайшие звезды на небе – Сириус, Канопус, Арктур и Альфа Кентавра. Есть также несколько звезд нулевой величины: Вега, Капелла, Ригель, Бетельгейзе и др. Кроме того, звездная величина сейчас практически всегда выражается дробным числом: скажем, яркость Сириуса минус 1,46, Мицара – плюс 2,23.

Итог всему развитию античной астрономии подвел великий александрийский астроном, математик, оптик и географ Клавдий Птолемей. Он значительно усовершенствовал сферическую тригонометрию, составил таблицу синусов. Но главное его достижение – трактат «Мегале синтаксис» («Большое построение»); арабы превратили это название в «Аль Маджисти» (отсюда позднее искаженное «Альмагест»). Этот труд содержит фундаментальное изложение геоцентрической системы мира. Она не была придумана Птолемеем, но он описал ее с максимальной точностью.

Всякую теорию необходимо согласовывать с наблюдениями. Астрономам древности требовалось объяснить неравномерность движения планет, в частности, попятное движение, когда планета движется назад, описывая «петлю» (в действительности, в это время Земля «обгоняет» ее, двигаясь по своей орбите), а также объяснить изменение их видимой яркости, связанное с изменением расстояния от Земли.

В рамках геоцентрической системы невозможно было правильно объяснить эти явления. Была придумана искусственная модель, согласно которой, всякая планета равномерно движется по кругу (эпициклу), центр которого, в свою очередь, движется по другому кругу, который называется деферентом. Как ни странно, для этой, не имеющей ничего общего с действительностью схемы удавалось подобрать такие значения, которые вполне совпадали с наблюдаемыми явлениями и позволяли предсказывать их в будущем (в пределах, которые можно было измерить без оптических приборов).

Будучи принципиально неверной, система Птолемея, тем не менее, позволяла с достаточной для того времени точностью предвычислять положения планет на небе и потому удовлетворяла, до известной степени, практическим запросам в течение многих веков.

3. Средние века

Средневековье – это время упадка европейской науки. В VII–XIV веках центром научного мира становятся города Арабского Востока. В 20-е годы IX века в Багдаде был основан «Дом Мудрости», по сути, академия наук. При нем была богатая библиотека старинных рукописей и астрономическая обсерватория. Арабские ученые перевели «Альмагест» Птолемея, труды Аристотеля и других древнегреческих ученых и индийские астрономические сочинения.

Многие ученые арабского средневековья оставили заметный след в истории астрономии.

Мухаммед Аль-Хорезми (783–850 гг.) составил астрономические и тригонометрические таблицы для нужд теоретической и практической астрономии, описал разные календарные системы, устройство и применение основных астрономических инструментов.

Аль-Баттани (858–929 гг.) проверил таблицы Птолемея, уточнил величину прецессии и угла между эклипкой² и небесным экватором³.

Абу Райхан аль-Бируни (973–1048 гг.) вел многолетние наблюдения небесных объектов, самостоятельно, по оригинальной методике, определил размеры Земли и уже тогда догадывался о её вращении вокруг Солнца.

Омар Хайям занимался созданием астрономических таблиц, разработкой математического обеспечения практической астрономии и составлением календарей. Созданный им в 1079 г. персидский солнечный календарь был значительно точнее григорианского и применялся в Иране и ряде других государств до середины XIX века.

Насреддин Туси (1201–1277 гг.) основал в Мараге обсерваторию с большой библиотекой, в сотрудничестве с учеными Индии и Китая составил «Ильханские таблицы» движения Луны, Солнца и планет.

² Эклиптика – воображаемая линия, по которой проходит видимый годичный путь Солнца по небесной сфере (см. главу «Общие рекомендации начинающему наблюдателю»).

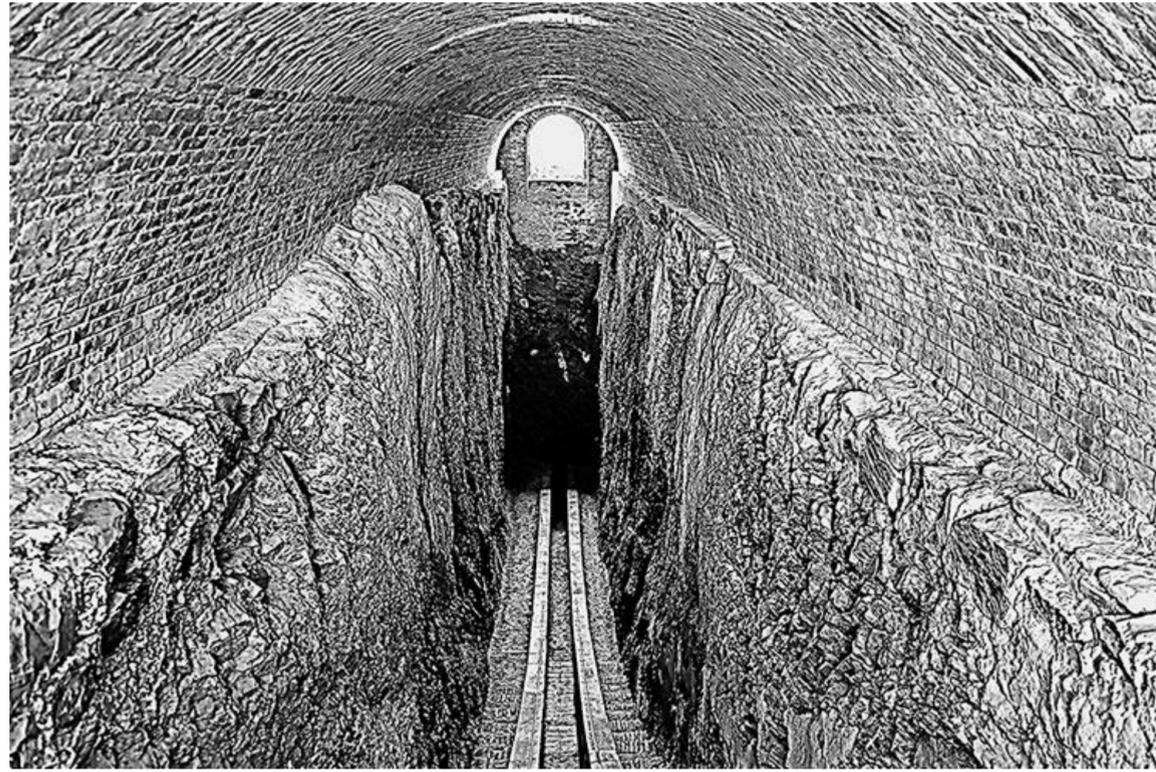
³ См. главу «Общие рекомендации начинающему наблюдателю».



Улугбек

Мухаммед-Тарагай Улугбек (1394–1449 гг.), внук и наследник великого завоевателя Тимура (Тамерлана), построил крупнейшую в XV веке астрономическую обсерваторию с главным инструментом – гигантским квадрантом радиусом 40,2 м, с помощью которого были с большой точностью определены продолжительность года и угол наклона оси Земли. Главным трудом Улугбека стал «Зидж Гурагани» («Новые таблицы» – каталог 1018 звезд, включавший различные системы летоисчисления, основы сферической и практической астрономии, теорию затмений, движения планет и другие сведения). Книга Улугбека стала астрономической энциклопедией XV века и неоднократно переиздавалась в других странах.





Самарканд. Развалины обсерватории Улугбека

4. Возрождение

В XIII веке астрономия стала одной из обязательных учебных дисциплин во всех западноевропейских университетах, но вплоть до середины XVI века астрономия оставалась приложением к математике (и, через астрологию, к медицине).

Николай Кузанский (1401–1463 гг.), выдающийся немецкий философ и теолог, кардинал и викарий Папы римского был ученым, намного опередившим в своих взглядах эпоху. Он первым порвал с аристотелево-птолемеевой теорией Вселенной, утверждая подвижность Земли в пространстве, её вращение вокруг своей оси и вещественное единство Земли и всех небесных тел.



Коперник



Крепость Фромборка



Памятник Копернику

Следующий решающий шаг к новой теории устройства Вселенной сделал Николай Коперник (1473–1543 гг.) Он родился в городе Торунь, который всего за несколько лет до его рождения стал частью Польши, а до

того принадлежал Пруссии. Мать Коперника была немкой, отец – скорее всего, поляком.

Коперник учился в Болонском и Падуанском университетах. Вернувшись на родину, он стал каноником (служителем церкви) в небольшом городке Фромборке. Исполняя свои обязанности, в свободное время он вел астрономические наблюдения и работал над научными трудами. Северо-западная башня крепости Фромборка стала его обсерваторией.

Он стал одним из создателей новой астрономии. В книге «О вращении небесных сфер» Коперник изложил гелиоцентрическую теорию. В этом труде на основе двух основных действительных движений Земли – годового и суточного – объяснялись все главные особенности видимого суточного вращения небесной сферы и движения планет. Впервые получила объяснение смена времен года.

Размышляя о Птолемеевой системе мира, Коперник поражался её сложности и искусственности и, изучая сочинения древних философов, пришёл к выводу, что не Земля, а Солнце должно быть неподвижным центром Вселенной. Исходя из этого предположения, Коперник весьма просто объяснил всю кажущуюся запутанность движений планет, но, не зная ещё истинной формы планетных орбит и считая их идеальными окружностями (в соответствии с учением Аристотеля), он был вынужден сохранить эпициклы и деференты древних для объяснения неравномерности движений. Позже, после открытия законов Кеплера, они перестанут быть нужны.

Кроме того, Коперник еще сохранил в своей теории центр Вселенной (только теперь в нем находилось Солнце) и «сферу неподвижных звезд», которой были ограничены ее размеры. Но, несмотря на это, именно теория Коперника послужила толчком к революции в науке, которая началась после 1600 года. На памятнике Н. Копернику в Варшаве высечена надпись: «Он остановил Солнце и сдвинул Землю».

Для многих людей, любящих науку, последней вехой на пути к новому этапу ее развития служит трагическая гибель Джордано Бруно (1548–1600 гг.).

Он родился в итальянском городе Нола, и в возрасте 15 лет поступил послушником в францисканский монастырь. Только таким путем юноша из бедной семьи мог получить образование.



Бруно

В 1572 году 24-летний Джордано становится католическим священником. Однако позже, обвиненный в ереси, он бежит в Швейцарию, становится кальвинистом... но и там его обвиняют во взглядах, неприемлемых теперь уже для протестантской веры.

Вся жизнь Бруно – это непрерывные скитания, публичные философские диспуты и научные споры. В его философских взглядах причудливо сочетались мистическое и естественнонаучное мировоззрения, но для людей последующих поколений важны его гениальные предвидения в астрономии.

Развивая гелиоцентрическую теорию Коперника и философию Николая Кузанского, Бруно высказывал ряд догадок: об отсутствии материальных небесных сфер, о безграничности Вселенной, о том, что звёзды – звёзды – это далёкие солнца, вокруг которых обращаются планеты, о существовании неизвестных в его время планет в пределах нашей Солнечной системы. В противоположность бытовавшим в то время мнениям, он считал кометы небесными телами, а не испарениями в земной атмосфере. Бруно отвергал средневековые представления о противоположности между Землёй и небом, утверждая физическую однородность мира (учение о 5 элементах, из которых состоят все тела, – земля, вода, огонь, воздух и эфир). Он предположил возможность жизни на других планетах.



Бруно создал свою естественно-философскую картину бесконечной Вселенной со множеством обитаемых планетных миров, «единое безмерное пространство, лоно которого содержит все... в котором все пробегает и движется... В нем – бесчисленные звезды, созвездия, шары, солнца и земли, чувственно воспринимаемые; разумом мы заключаем о бесчисленном множестве других. Все они имеют свои собственные движения, независимые от того мирового движения, видимость которого вызывается движением Земли... одни кружатся вокруг других... Поверхность нашей Земли меняется, только через большие промежутки времени эпох и

столетий, в течении которых моря превращаются в континенты, а континенты в моря»...

Трагическая судьба Бруно, сожженного инквизицией за свои убеждения, навеки осталась в истории науки. На месте его казни в Риме на памятнике высечена надпись: «От столетия, которое он предвидел».

Глава II Галилей, Кеплер, Ньютон: законы и инструменты

С начала XVII века в астрономии происходит подлинная революция. Появляется телескоп – инструмент, раздвинувший границы наблюдаемой Вселенной, и возникают новые теории, объясняющие ее законы. Примечательно, что авторами основополагающих теорий и создателями основных типов телескопов были одни и те же люди.

1. Галилео Галилей

Великий итальянский ученый Галилео Галилей родился 15 февраля 1564 года в итальянском городе Пиза, в семье родовитого, но обедневшего дворянина Винченцо Галилея, видного теоретика музыки и лютниста. В 1581 году 17-летний Галилей по настоянию отца поступил в Пизанский университет изучать медицину. В университете Галилей посещал также лекции по геометрии. В итоге вместо медицины он выбрал родом своей деятельности точные науки.

Многие считают Галилея изобретателем телескопа. Но это не совсем так. Зрительную трубу изобрели в Голландии приблизительно в 1605–1608 гг. Точная дата и имя изобретателя неизвестны, авторство оспаривали три оптика: Иоанн Липперсгей, Захарий Янсен и Якоб Метиус. Однако Галилей сконструировал прибор повторно, независимо от них, основываясь лишь на приблизительном его описании. Кроме того, он усилил возможности телескопа и первым догадался направить его на небо.

Но, говоря о Галилее, невозможно не упомянуть его огромных заслуг в других областях науки. Это был один из величайших людей в истории науки, один из тех гениев, которых произвела эпоха Возрождения.

Галилей – физик, механик, астроном, философ, математик, основатель экспериментальной физики.

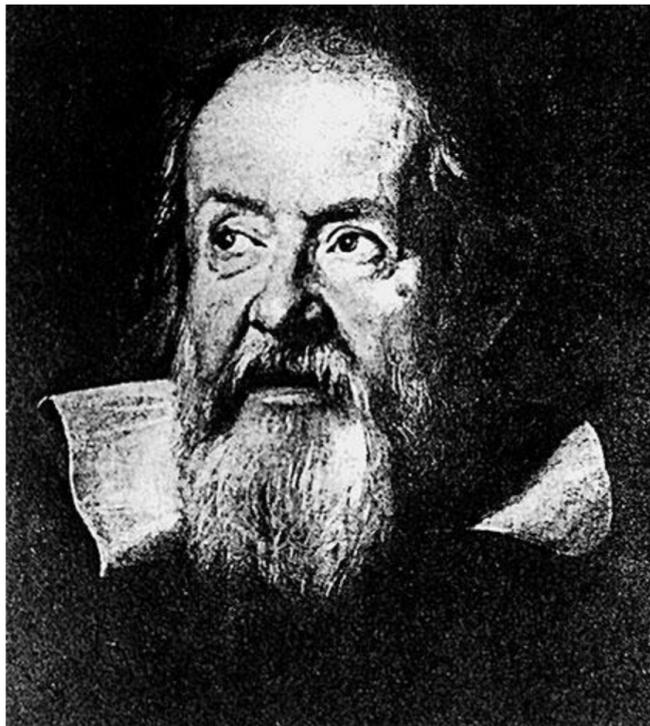
Своими экспериментами он убедительно опроверг умозрительную метафизику Аристотеля и заложил фундамент классической механики.

Физика и механика в те годы изучались по сочинениям Аристотеля, которые содержали метафизические рассуждения о «первопричинах» природных процессов. В частности, Аристотель утверждал, что скорость падения пропорциональна весу тела и что движение происходит, пока действует «побудительная причина» (сила), и в отсутствие силы прекращается.

Галилей изучал инерцию и свободное падение тел. В частности, он заметил, что ускорение свободного падения не зависит от веса тела, что опровергало первое утверждение Аристотеля.

В своей последней книге Галилей сформулировал правильные законы падения: скорость нарастает пропорционально времени, а путь – пропорционально квадрату времени.

Галилей опубликовал исследование колебаний маятника и заявил, что период колебаний не зависит от их амплитуды (это приблизительно верно для малых амплитуд). Он также обнаружил, что периоды колебаний маятника соотносятся как квадратные корни из его длины. Впервые в истории науки Галилей поставил вопрос о прочности стержней и балок при изгибе и тем самым положил начало новому разделу механики – сопротивлению материалов.



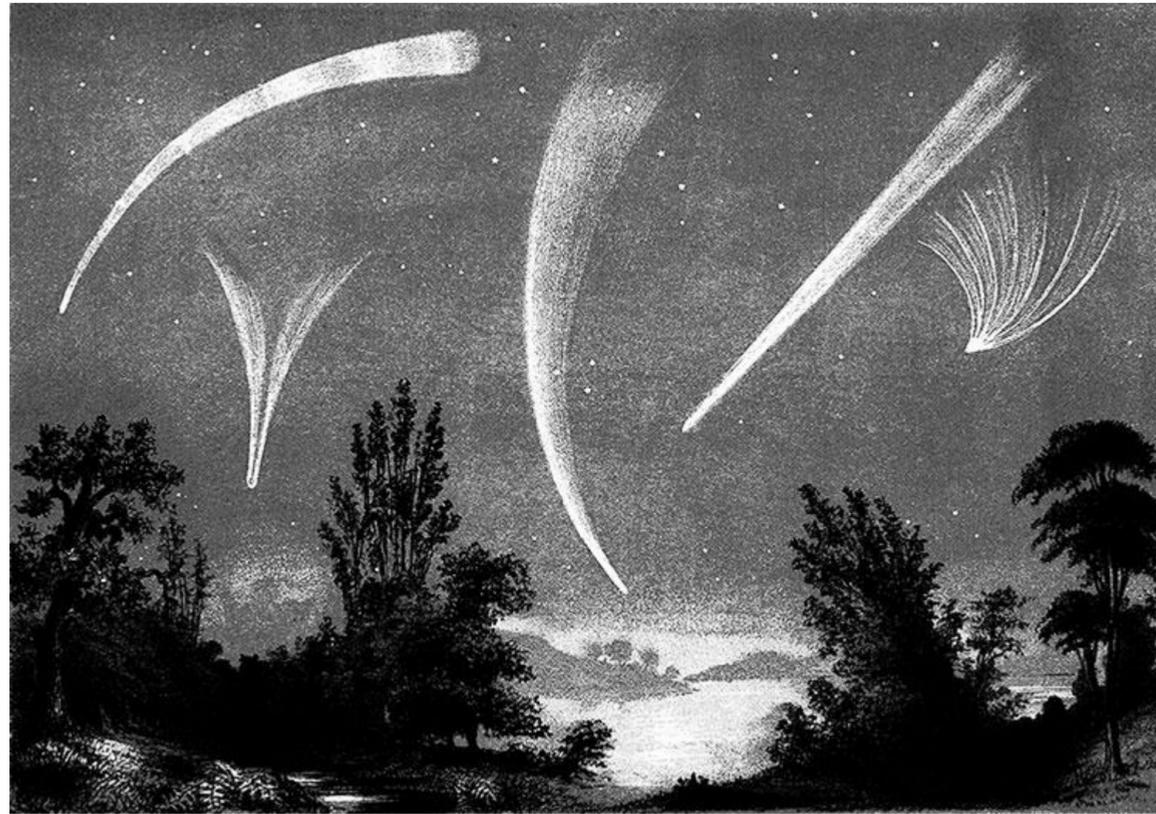
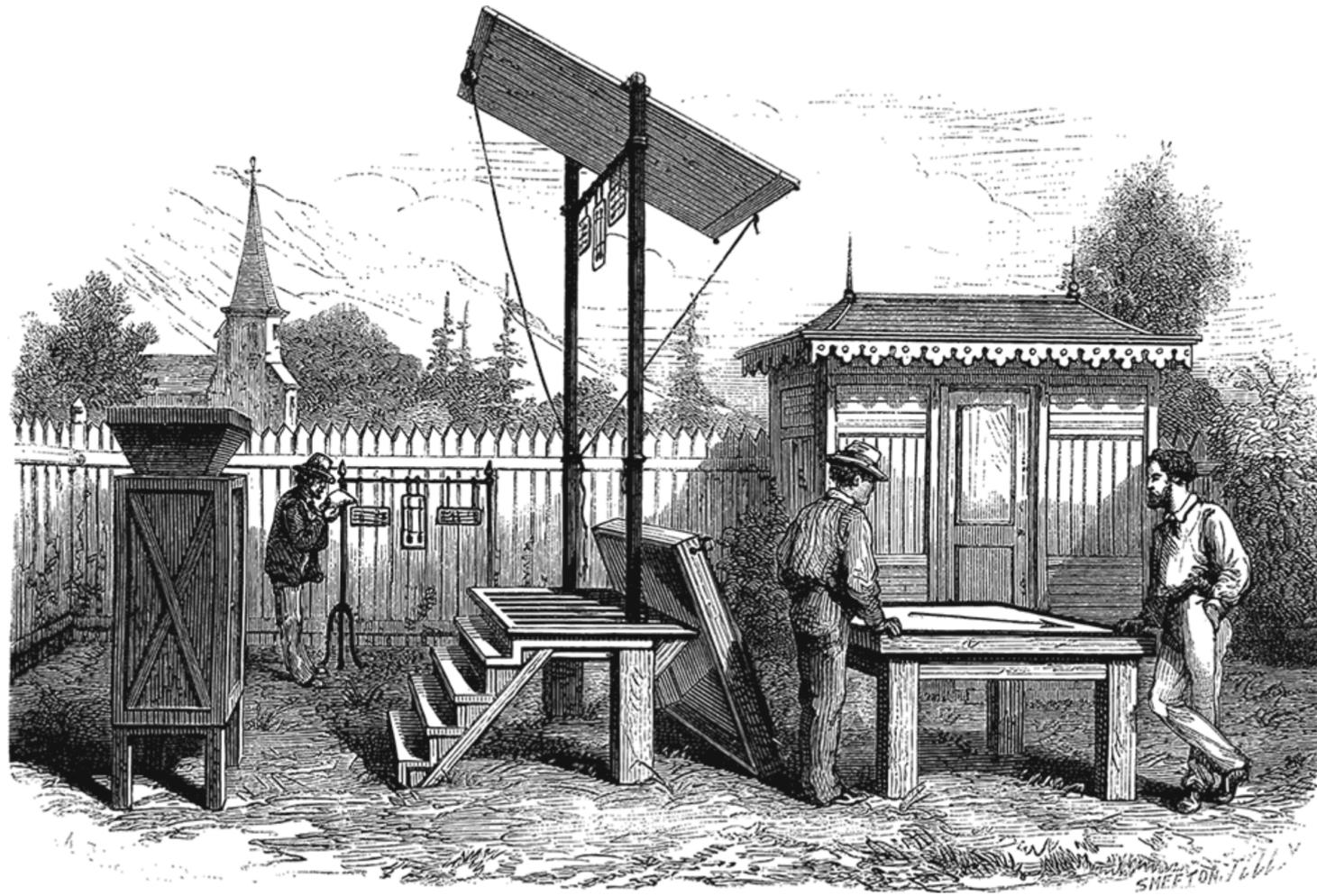
Галилео Галилей

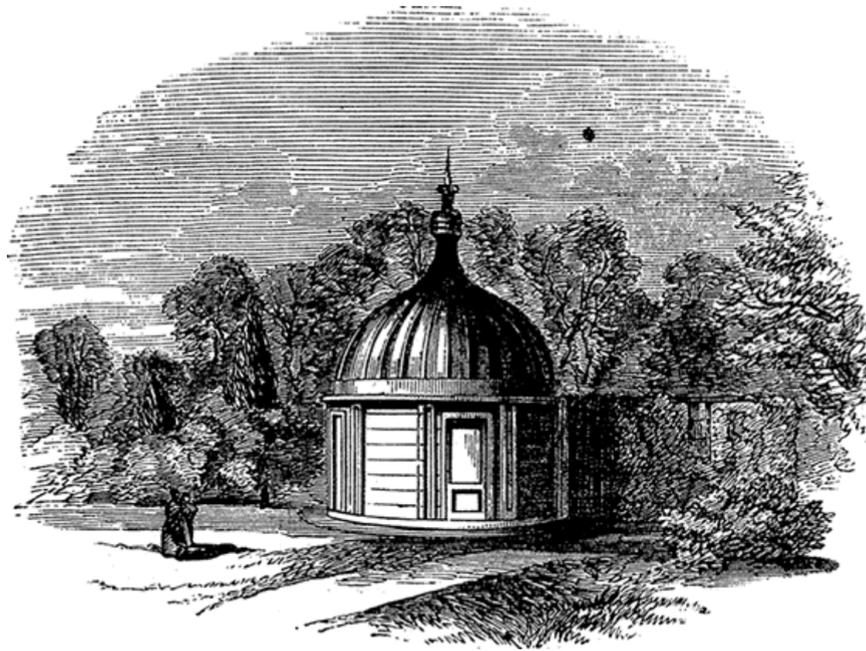
Одних только этих исследований Галилея было достаточно, чтобы во многом изменить научную картину мира. И все-таки то, что произошло вечером 7 января 1610 года, когда ученый направил свою «перспективу» (слово «телескоп» появится чуть позже) на Луну – можно назвать рождением новой Вселенной. Такой, какая она есть на самом деле.

Первые же наблюдения показали, что Луна, подобно Земле, имеет сложный рельеф – покрыта горами и кратерами. Это опровергало учение Аристотеля о противоположности «земного» и «небесного»: а это, в свою очередь, служило косвенным доводом в пользу системы Коперника.

У Юпитера обнаружили собственные луны – четыре спутника. Тем самым Галилей опроверг один из доводов противников гелиоцентризма, а именно: Земля не может обращаться вокруг Солнца, поскольку вокруг неё самой обращается Луна. Ведь Юпитер заведомо должен был обращаться либо вокруг Земли (как в геоцентрической системе), либо вокруг Солнца (как в гелиоцентрической). Противники теории Коперника утверждали, что только одно тело может быть центром обращения остальных. Спутники Юпитера показали, что таких центров может быть много.

Галилей открыл также (независимо от Иоганна Фабрициуса и Хэрриота) солнечные пятна. Их наблюдали в древнем Китае, свидетельства о них есть в европейских хрониках и русских летописях – но только с помощью телескопа удалось наблюдать их регулярно. Существование пятен и их постоянная изменчивость опровергали тезис Аристотеля о совершенстве небес (в отличие от «подлунного мира»). Ученый сделал верный вывод о вращении Солнца вокруг своей оси, оценил период этого вращения и положение оси Солнца.





«Перспектива» показывала, что Венера меняет фазы. Это означало, что она светит отражённым светом Солнца. Порядок смены фаз также подтверждал верность гелиоцентрической системы: Венера могла наблюдаться как почти полный диск: это означало, что в этот момент она находится дальше от нас, чем Солнце. В теории Птолемея Венера как «нижняя» планета была всегда ближе к Земле, чем Солнце, и «полновенерие» было невозможно.

Галилей обнаружил также, что туманная полоса Млечного Пути состоит из множества тусклых звезд. Несовершенство телескопа не позволило ему разглядеть кольца Сатурна: он увидел лишь странные «придатки» по бокам планеты.

Яростно защищая теорию Коперника, Галилей попал в немилость к католической церкви и последние годы жизни, после того как дал ложное отречение от своих взглядов, чтобы избежать костра инквизиции, провел под домашним арестом. Скорее всего, он не произносил на самом деле после отречения знаменитой фразы: «И все-таки она вертится!» Но этот миф навсегда остался с человечеством, и теперь он имеет такую же ценность для нас, как и реальные факты. Эту несказанную фразу много раз повторили другие ученые...

Телескоп Галилея имел в качестве объектива⁴ одну собирающую линзу⁵, а окуляром служила рассеивающая линза. Такая оптическая схема даёт неперевернутое (земное) изображение. Но у труб, изготовленных Галилеем, было очень маленькое поле зрения. При увеличении 35 крат в нем помещался лишь небольшой участок лунного диска.

Однако этот несовершенный инструмент проложил дорогу всем остальным телескопам. Стоит заметить, что такая схема всё ещё используется в театральных биноклях, для которых не нужно большое увеличение.

2. Иоганн Кеплер

Иоганн Кеплер родился в имперском городе Вайль-дер-Штадте (в 30 километрах от Штутгарта, сейчас – федеральная земля Баден-Вюртемберг). Его отец, Генрих Кеплер, служил наёмником в Испанских Нидерландах.

Интерес к астрономии появился у Кеплера ещё в детские годы, когда его мать показала впечатлительному мальчику яркую комету, а позднее – лунное затмение.

В 1589 году Кеплер окончил школу при монастыре Маульбронн, проявив выдающиеся способности. Городские власти назначили ему стипендию для помощи в дальнейшем обучении.

⁴ Объектив – часть телескопа (линза, зеркало или система линз или зеркал), собирающая свет от объекта.

⁵ Окуляр – часть телескопа, состоящая из линзы или системы линз, в которые наблюдатель рассматривает изображение объекта. В современных крупных телескопах, работающих исключительно фотографическим методом, вместо окуляров используются ПЗС-матрицы или фотокамеры.



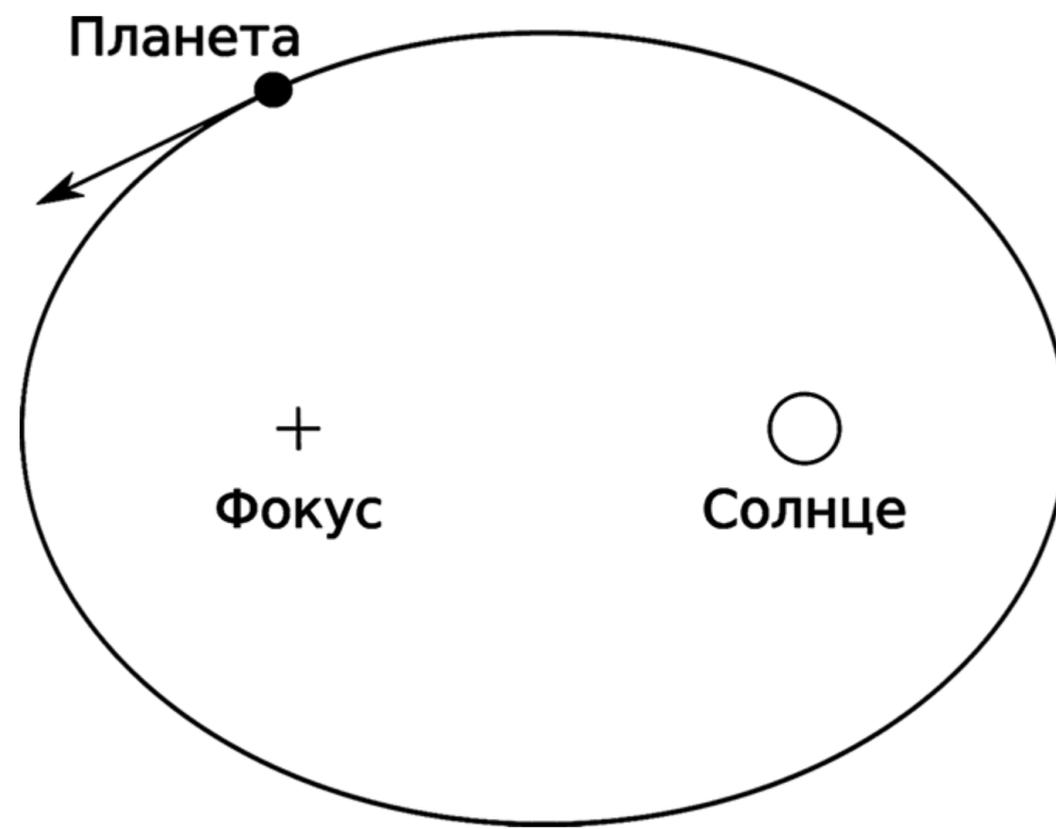
Иоганн Кеплер

В 1591 году он поступил в университет в Тюбингене – сначала на факультет искусств, к которым тогда причисляли и математику с астрономией, затем переходит на теологический факультет. Здесь он впервые услышал о разработанной Николаем Коперником гелиоцентрической системе мира и сразу стал её убеждённым сторонником.

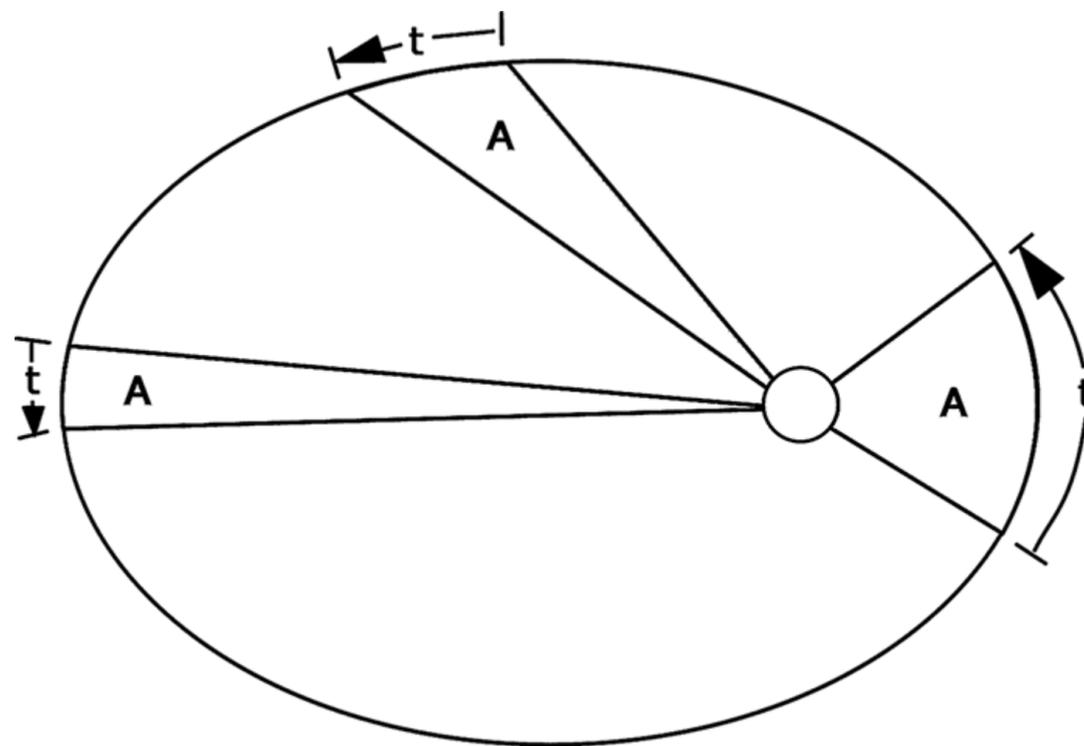
Мы знаем Кеплера прежде всего, как открывателя законов движения планет. Этим открытием Кеплер был обязан Тихо Браге (1546–1601 гг.) – великому датскому астроному, последнему из «титанов» дотелескопической эпохи. Главным делом своей жизни Браге считал повышение точности астрономических наблюдений. В 1584 году на острове Вен у берегов Швеции он построил две обсерватории – Ураниборг и Стjerneборг, в которых 21 год вел астрономические наблюдения при помощи созданных им металлических угломерных инструментов, повысив точность измерений положений небесных светил в 100 раз! Браге создал свою, компромиссную систему мира: вокруг неподвижной Земли в центре Вселенной обращалось Солнце, вокруг которого обращались планеты. Для её доказательства он до конца жизни проводил наблюдения Марса с наивысшей для XVI века точностью. Однако эти наблюдения послужили Кеплеру как раз для того, чтобы доказать неверность систем и Браге, и Птолемея, уточнив тем самым систему Коперника, и увидеть наконец то, как на самом деле устроена реальная Солнечная система.

На основе анализа этих наблюдений Кеплер вывел законы, которые идеально описывали наблюдаемое движение планет:

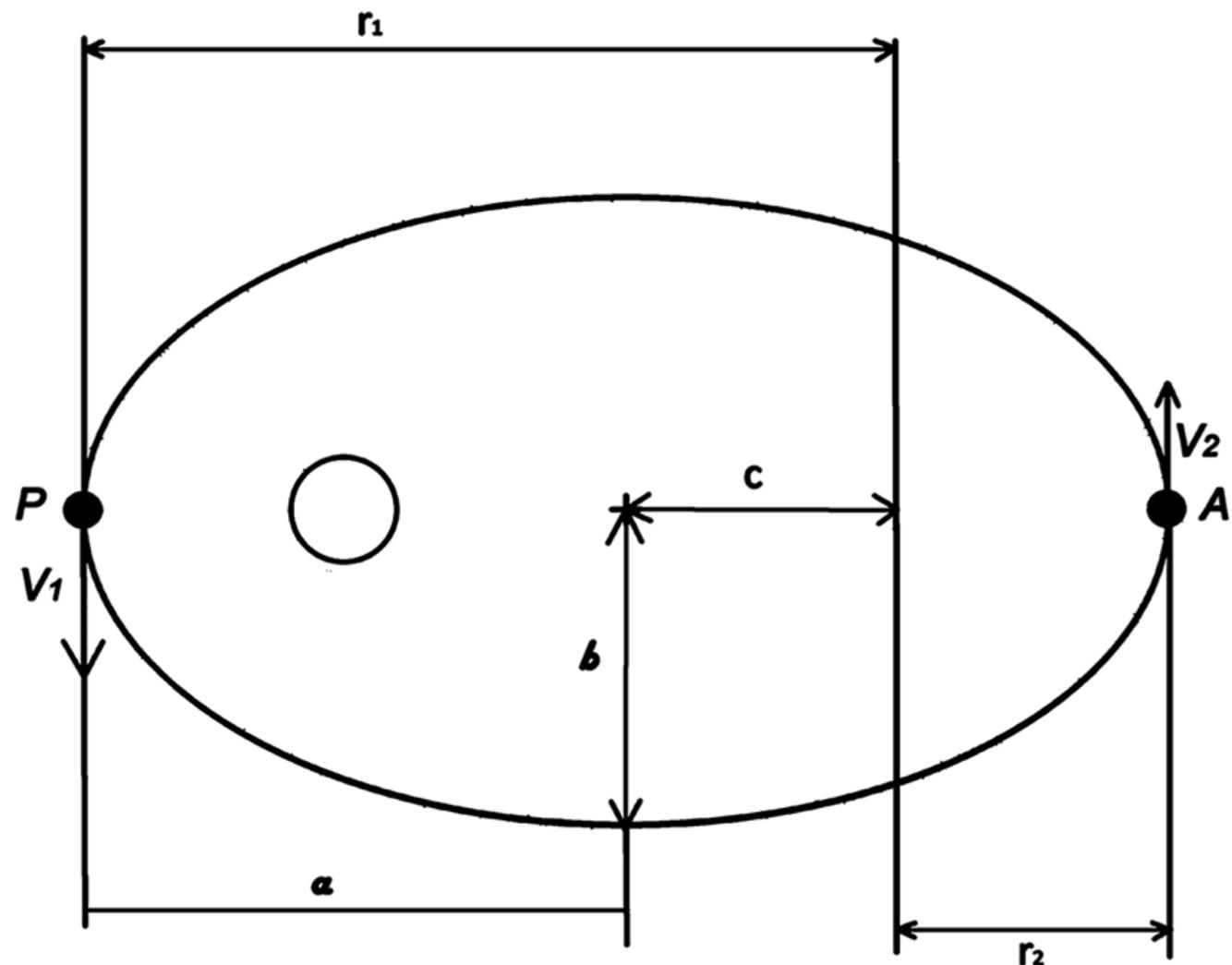
- Каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.
- Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, заметает собой равные площади.
- Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит планет.



1-й Закон Кеплера



2-й Закон Кеплера



3-й Закон Кеплера

Эти законы развеяли окончательно все представления о «небесных сферах», об аристотелевых идеальных небесных явлениях (эллипс – не окружность, то есть не «идеальная» фигура!), заставили забыть об эпициклах и дифферентах. Через несколько десятилетий после Кеплера никто уже и не вспоминал о системе Птолемея.

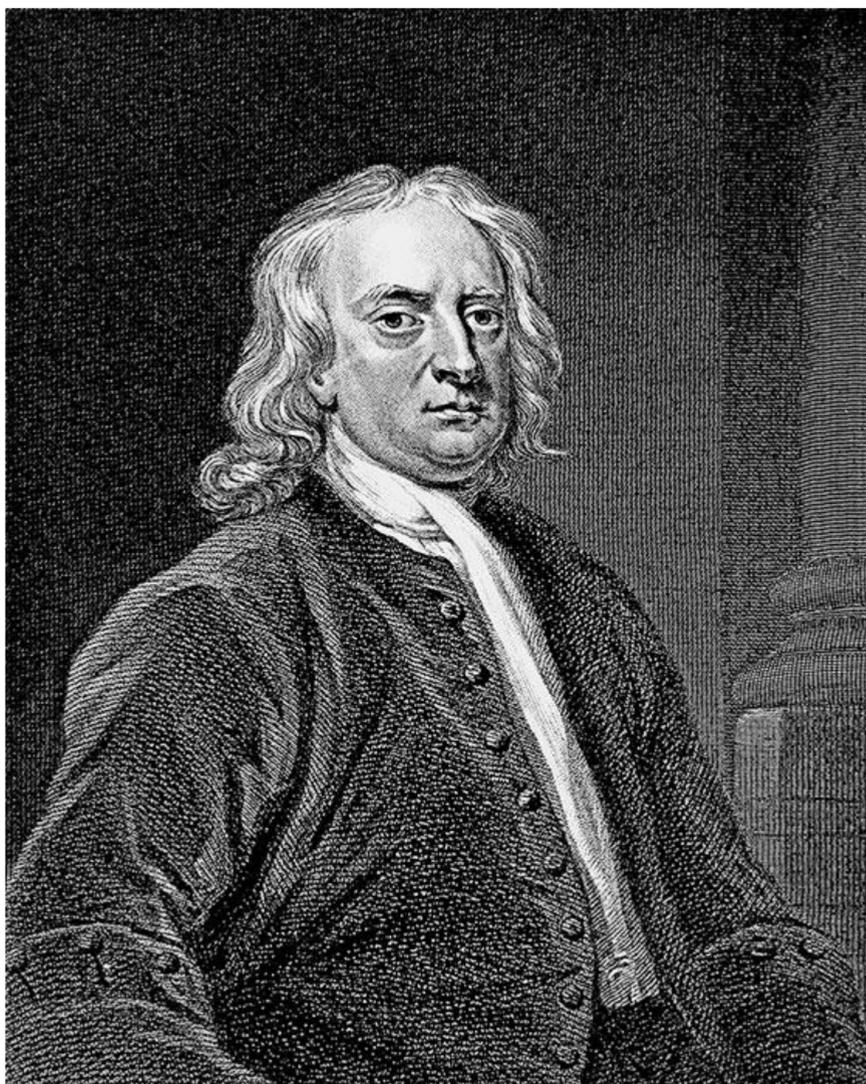
Доведя до законченного вида теорию Коперника, Кеплер усовершенствовал и телескоп Галилея. Надо сказать, что сначала он отнесся к новости об изобретении нового прибора скептически, но, получив его в собственные руки, проникся энтузиазмом и стал искать способы устранения недостатков оптики.

Схему Галилея, в которой окуляром служила вогнутая (рассеивающая) линза, Кеплер изменил на систему, где и объектив, и окуляр были двояковыпуклыми (собирающими) линзами. Это позволило увеличить поле зрения, однако недостатком было то, что система Кеплера давала перевернутое изображение. Но преимуществ было больше, и все последующие телескопы-рефракторы (т. е. телескопы, объективами которых служат линзы) делались по схеме Кеплера, а не Галилея.

3. Исаак Ньютон

Окончательный вид классическая небесная механика (наука о движении планет и звезд) приобрела с открытием закона всемирного тяготения Исааком Ньютоном. Верные догадки о силе, которая связывает все тела во Вселенной, высказывались и до Ньютона – например, Роберт Гук и Кристофер Рен предполагали, что для объяснения планетных движений достаточно лишь одной силы притяжения Солнца. Они догадывались и о том, что сила притяжения Солнца убывает обратно пропорционально квадрату расстояния до него. Но именно Ньютон смог найти для этого самые убедительные математические доказательства. Более того, именно Ньютон первым догадался, что гравитация действует между двумя любыми телами во Вселенной: движением падающего яблока и вращением Луны вокруг Земли управляет одна и та же сила.

Позже с помощью ньютоновского тяготения были с высокой точностью объяснены все наблюдаемые движения небесных тел.



Исаак Ньютон

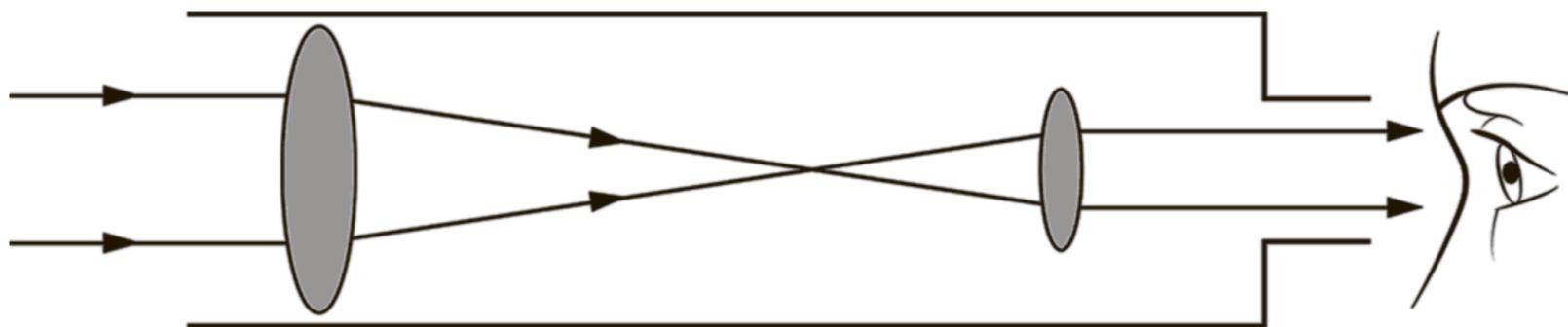
Закон тяготения позволил решить не только проблемы небесной механики, но и ряд физических и астрофизических задач. Ньютон нашел метод определения массы Солнца и планет. Он открыл причину приливов – притяжение Луны (даже Галилей ошибочно считал приливы центробежным эффектом). Более того, обработав многолетние данные о высоте приливов, Ньютон вычислил массу Луны. Ещё одним следствием тяготения оказалась прецессия земной оси. Ньютон выяснил, что из-за сплюснутости Земли у полюсов земная ось совершает под действием притяжения Луны и Солнца постоянное медленное смещение с периодом 26 000 лет. Тем самым явление «предварения равноденствий» (открытое Гиппархом) нашло научное объяснение.

Кроме того, Ньютону принадлежат и фундаментальные открытия в оптике. Разлагая свет с помощью призм, он убедительно доказал, что белый свет не первичен, а состоит из цветных компонент с разной «степенью преломляемости» – то есть, говоря современным языком, разные участки спектра имеют разную длину световой волны, о которой можно судить по степени преломления. Фундаментальный труд Ньютона «Оптика» включал в себя следующие темы: принципы геометрической оптики, учение о дисперсии света и составе белого цвета с различными приложениями, включая теорию радуги, интерференция света в тонких пластинках, дифракция и поляризация света.

Но для астрономов-любителей важнее всего то, что Ньютон является изобретателем телескопа-рефлектора, в котором объективом служит вогнутое зеркало.

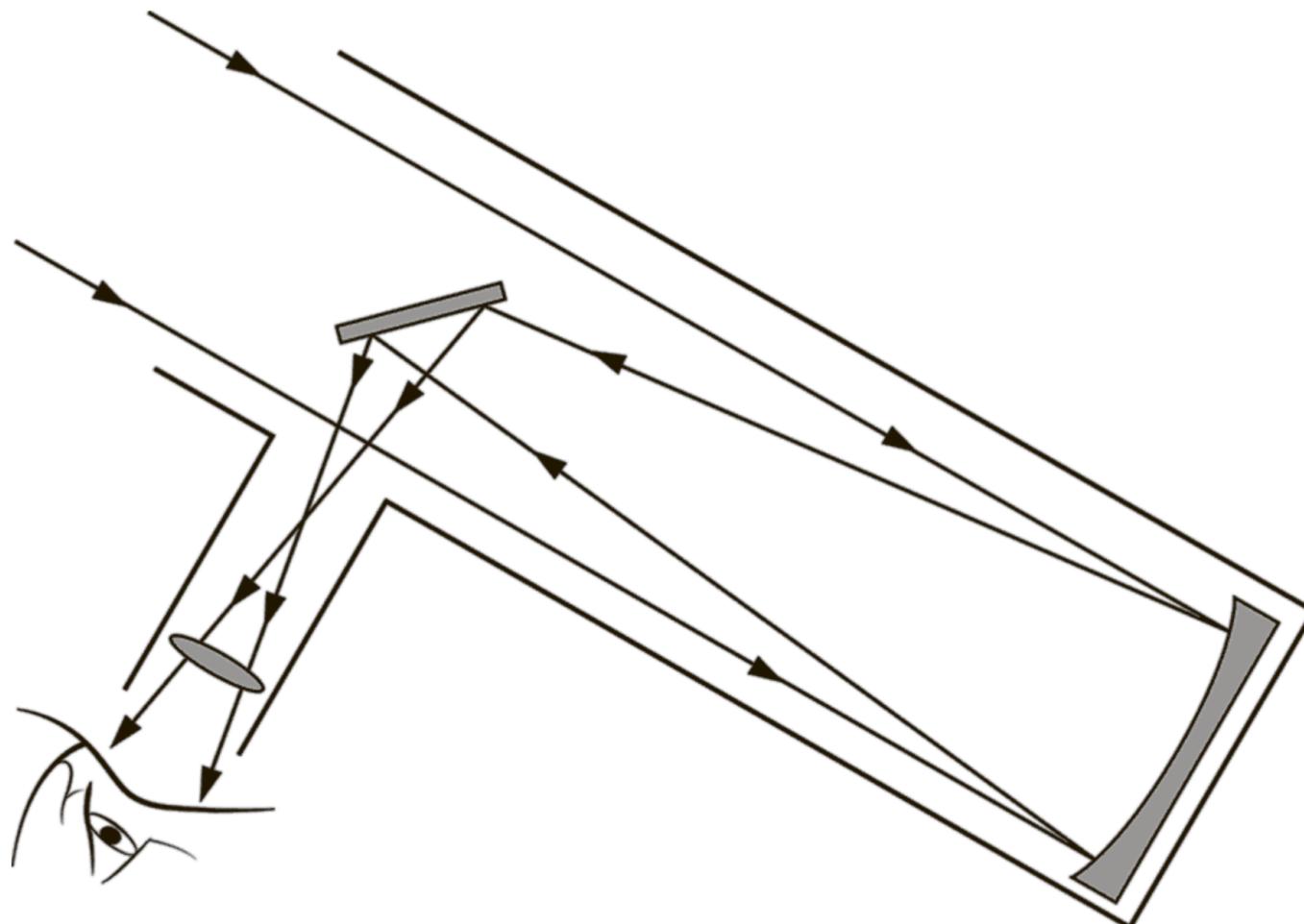
В телескопе, сконструированном Ньютоном в 1668 году, главное зеркало направляет свет на небольшое плоское диагональное зеркало, расположенное вблизи фокуса. Оно, в свою очередь, отклоняет пучок света за пределы трубы, где изображение рассматривается через окуляр или фотографируется. Главное зеркало параболическое, но, если относительное отверстие (отношение диаметра объектива к его фокусному расстоянию) не слишком большое, оно может быть и сферическим. Такая оптическая схема с тех пор носит имя Ньютона и остается самой распространенной среди рефлекторов, хотя потом были придуманы и другие.

Изобретая рефлектор, Ньютон ставил своей задачей избавиться от хроматической аберрации – цветных ореолов вокруг изображения, возникающих в телескопах-рефракторах как раз из-за того, что лучи разного цвета преломляются линзой по-разному. Действительно, зеркало, которое не преломляло, а отражало свет, позволяло этого добиться. Однако после у зеркальных телескопов обнаружилось еще множество преимуществ. В частности, до сих пор невозможно создать линзовый объектив (и, соответственно, телескоп-рефрактор) диаметром более 1 м – а все из-за того, что стекло деформируется под собственным весом – поэтому все крупные телескопы являются исключительно рефлекторами⁶.

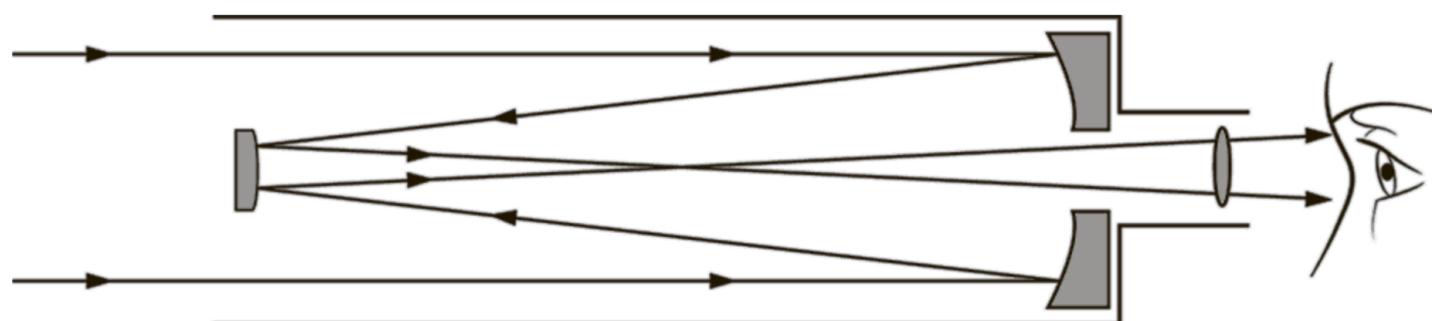


Рефрактор Кеплера

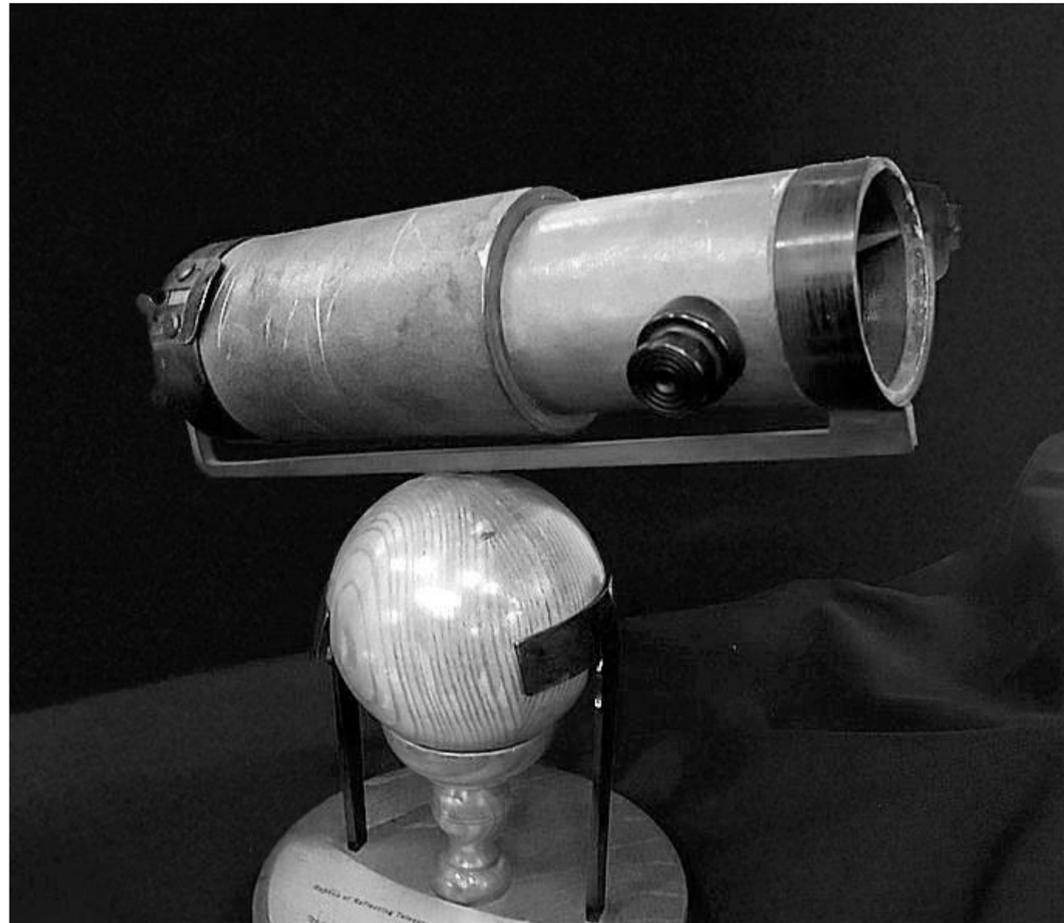
⁶ Предел по размеру есть и у зеркал. Крупнейший в мире телескоп с цельным зеркалом – Большой бинокулярный телескоп, расположенный на горе Грэхэм (США, штат Аризона) и работающий с 2005 года. Диаметр каждого из двух его зеркал – 8,4 метра. Для более крупных инструментов применяются зеркала, состоящие из отдельных сегментов. Например, Большой Канарский телескоп с зеркалом диаметром 10,4 м (36 шестиугольных сегментов).



Рефлектор Ньютона



Зеркальнолинзовый телескоп Кассегрена



Копия телескопа, сделанного Ньютоном

Глава III Люди, расширившие границы Вселенной

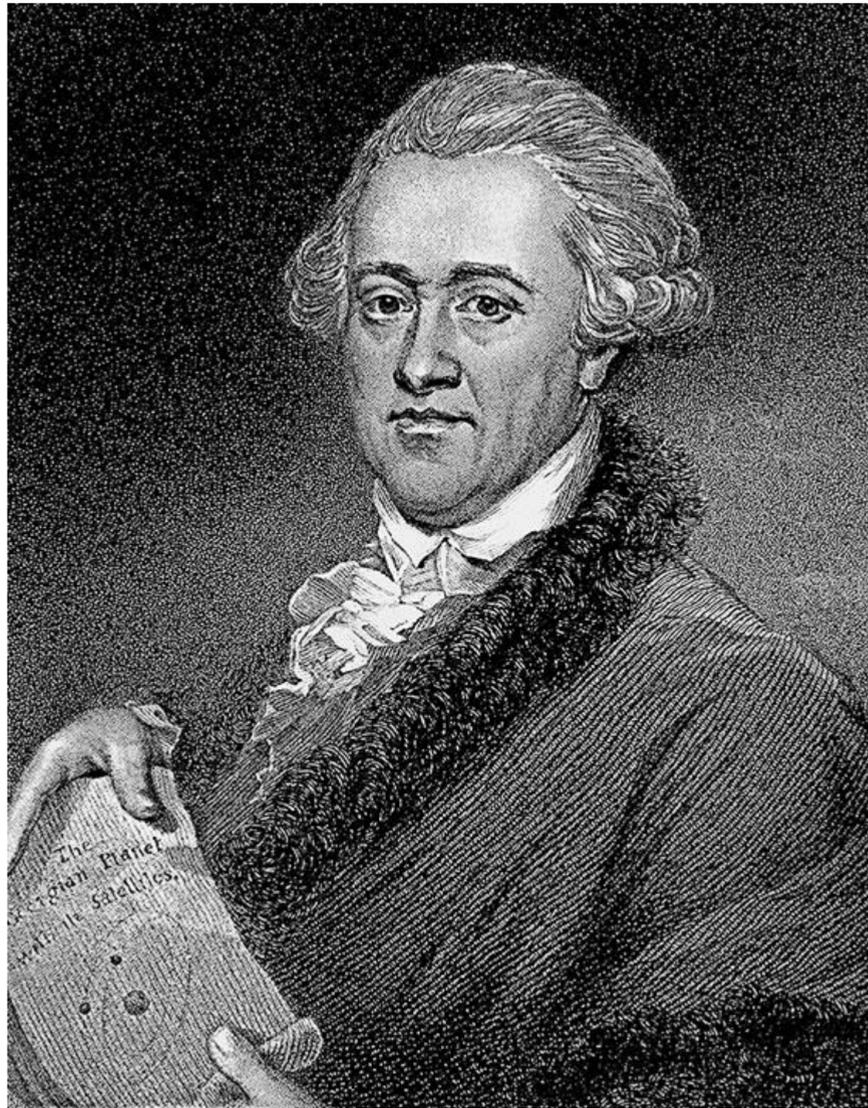
Многих людей, совершивших крупные научные открытия и изменивших научную картину мира, с современной точки зрения можно считать астрономами-любителями. Они строили телескопы и другие инструменты на собственные средства и не получали (во всяком случае в начале своей деятельности) никакой оплаты за свой труд. Между тем их труды способствовали становлению всей научной картины мира.

1. Великий наблюдатель: Вильям Гершель

Он родился в 1738 году в Ганновере, в семье музыканта военного оркестра, и, как часто бывало в то время, продолжил дело отца: поступил на службу в военный оркестр (гобоистом) и в 1755 году в составе полка был командирован из Ганноверского курфюршества⁷ в Англию (эти два государства в то время были связаны личной унией)⁸. В 1757 году ушёл с военной службы ради занятий музыкой. Он играл также на скрипке, клавесине и органе. Работал органистом и учителем музыки в Галифаксе, затем переехал в курортный город Бат, где стал распорядителем публичных концертов.

⁷ Курфюршество – земля, управляемая курфюрстом (в Священной Римской империи – имперский князь, за которым с XIII века было закреплено право избрания императора).

⁸ Личная уния – объединение двух или более самостоятельных государств в союз с одним главой, который становится, таким образом, главой каждого государства-члена союза.



Вильям Гершель

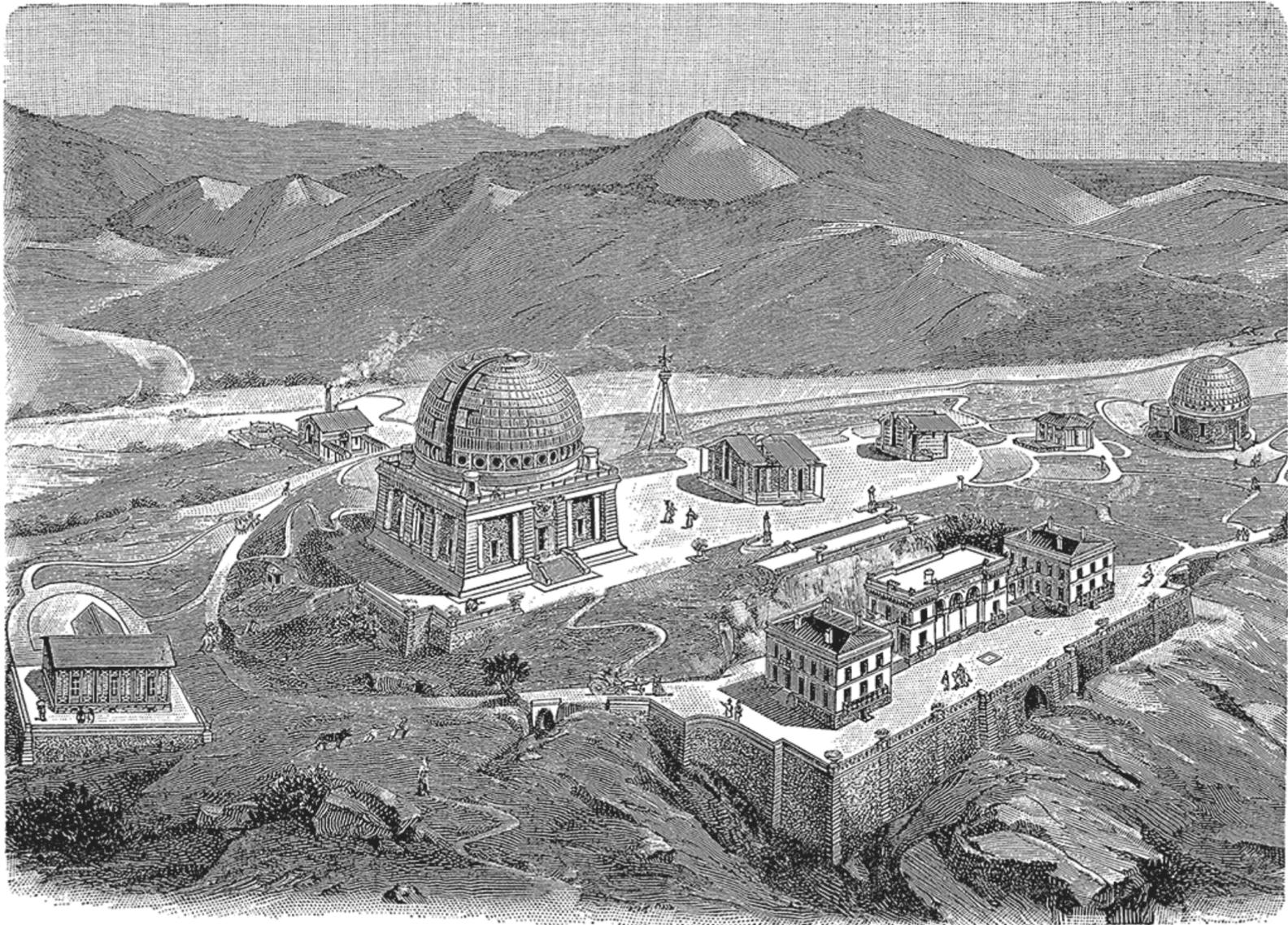
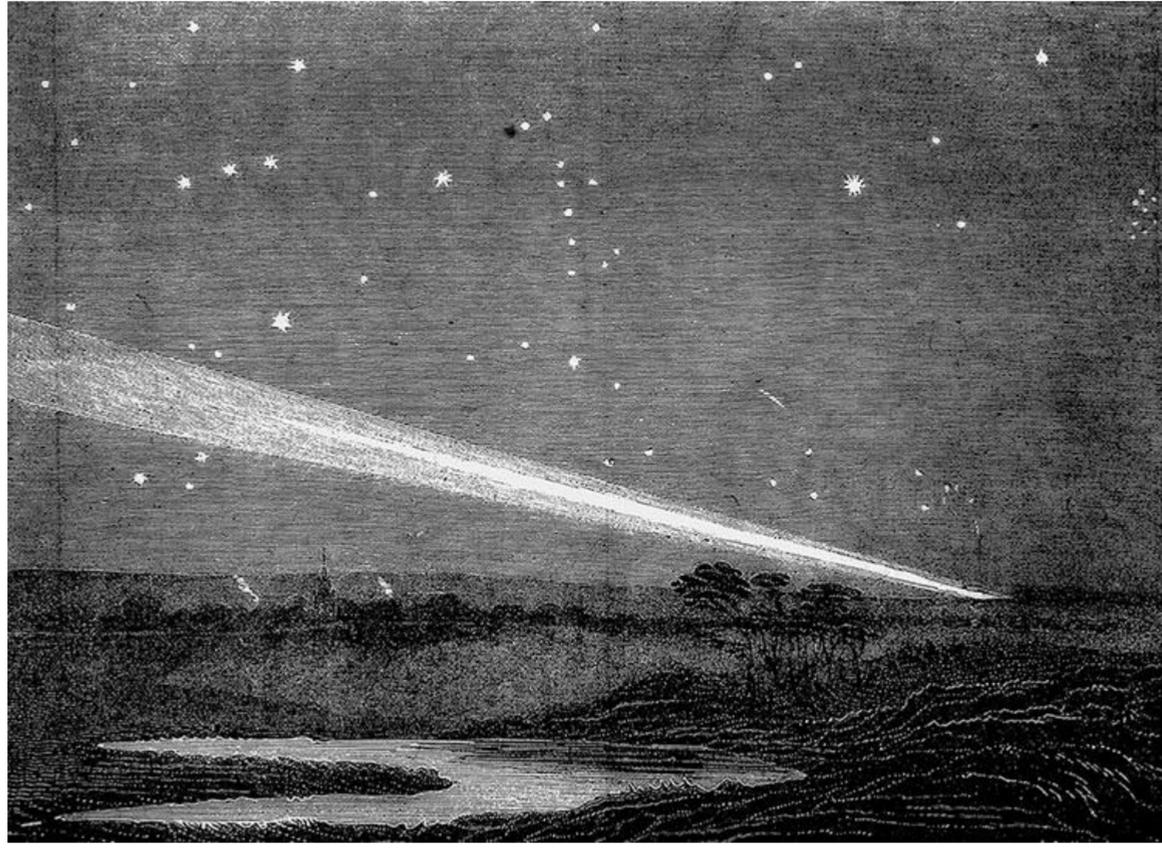
Интерес к музыкальной теории привел Гершеля к математике и к знакомству с Джоном Мичеллом, священником из деревни Торнхилл, бывшим в то же время видным естествоиспытателем и геологом. Мичелл занимался астрономией, оптикой, небесной механикой, будучи одновременно теоретиком и экспериментатором. Открыл, в частности, волноподобную природу землетрясений, осуществил целый ряд оригинальных исследований в области магнетизма и гравитации. Особенно стоит отметить, что Мичелл предвидел возможность существования объектов, схожих с теми, которые позже назовут черными дырами. Письмо от 27 ноября 1783 года, которое он послал в Королевское общество⁹, содержало концепцию массивного тела, гравитационное притяжение которого настолько велико, что скорость, необходимая для преодоления этого притяжения (вторая космическая скорость), равна или превышает скорость света с расчётом, из которого следовало, что для тела с радиусом в 500 солнечных радиусов и с плотностью Солнца вторая космическая скорость на его поверхности будет равна скорости света. Таким образом, свет не сможет покинуть это тело, и оно будет невидимым. Мичелл предположил, что в космосе может существовать множество таких недоступных наблюдению объектов. Правда, «чёрная звезда» Мичелла не похожа на современные модели чёрных дыр, Мичелл не предполагал, что вещество в чёрных дырах может быть сжато до чудовищных плотностей.

Мичелл пробудил интерес Гершеля к астрономии, который окреп после знакомства с Невиллом Маскелайном, занимавшим в то время почетную должность Королевского астронома. Не имея денег на покупку крупного телескопа, Гершель стал изготавливать их самостоятельно, и с этих пор он тратил до 16 часов в день на шлифовку и полировку металлических зеркал. Гершель начал регулярные наблюдения в мае 1773 года, а 1 марта 1774 года начал вести астрономический журнал. Первые записи наблюдений в нем были посвящены Сатурну и Большой туманности Ориона.

Жизнь Гершеля теперь оказалась полностью посвящена двум главным делам: наблюдениям и созданию телескопов. За ночь он мог внимательно пронаблюдать несколько сотен объектов! А за всю свою жизнь он построил более четырехсот телескопов – как для себя, так и на продажу. Самым большим и самым известным из них был рефлектор с зеркалом диаметром 49,5 дюйма (1,26 м) и фокусным расстоянием¹⁰ 40 футов (12 м). В 1789 году, вскоре после начала работы с этим инструментом, Гершель открыл с его помощью спутники Сатурна Энцелад и Мимас – далекие и крохотные небесные тела, диаметр которых по современным данным всего 500 и 400 км соответственно! Правда, из-за огромных размеров телескоп был неудобен в управлении. Большинство наблюдений Гершель сделал на меньшем инструменте – с диаметром зеркала 47 см и фокусным расстоянием 6,1 м.

⁹ Лондонское королевское общество по развитию знаний о природе, в просторечии Королевское общество (англ. The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge) – ведущее научное общество Великобритании, одно из старейших научных обществ в мире; создано в 1660 году и утверждено Королевской хартией в 1662 году.

¹⁰ Фокусное расстояние – расстояние от оптического центра объектива до точки фокуса (точки где собираются отраженные или преломленные лучи и образуется изображение объекта).





Интересы Гершеля в начале его работы сосредоточились на поиске пар звезд, которые на небе казались очень близкими друг к другу. Астрономы того времени ожидали, что изменения во взаимном расположении этих звезд в течение года дадут возможность измерить параллакс – кажущееся смещение близких звезд на фоне более далеких – и определить расстояние от звезд до Земли. Гершель начал систематический поиск и обнаружил множество двойных и кратных звезд.

В 1797 году Гершель произвел измерения повторно и обнаружил изменения в их относительных положениях, которые не могли быть объяснены параллаксом, вызванным орбитальным движением Земли. Гершель сделал новаторский вывод о существовании звёздных систем (прежде предполагалось, что двойные звёзды лишь случайно расположены на небе таким образом, что при наблюдении оказываются рядом). В целом же Гершель обнаружил более 800 систем, состоящих из двух или нескольких звезд. Почти все они действительно связаны силами тяготения. Его теоретическая и наблюдательная работа служит основой для современной астрономии двойных звезд.

В марте 1781 года, производя очередные наблюдения по поиску двойных звезд, Гершель заметил объект, который выглядел небольшим зеленоватым диском. Первоначально Гершель считал, что это была комета или звездный диск (он ошибочно полагал, что его инструменты могут показать реальные диски звезд). Он провел много наблюдений объекта и убедился, что тот перемещается по небу. Русский академик Андрей Иванович Лексель вычислил орбиту нового небесного тела и доказал, что оно является неизвестной ранее планетой, чья орбита лежит за орбитой Сатурна. Это был последний «гвоздь, забитый в крышку гроба» старых представлений о Солнечной системе.

Гершель назвал новую планету «Звездой Георга» в честь короля Георга III, который покровительствовал ему. Но название не прижилось. Теперь мы знаем эту планету под мифологическим именем Уран – в честь древнегреческого бога неба.

Не менее плодотворно работал Гершель над открытиями новых туманностей и звездных скоплений. В то время астрономам уже было известно немало объектов, которые имели вид тусклых туманных пятен. Шарль Мессье уже составил свой каталог туманностей, насчитывающий (с последующими добавлениями) 110 объектов. Правда, Мессье воспринимал туманности только как помеху при поиске новых комет, и не считал их объектами, представляющими самостоятельный интерес.

С 1782 по 1802 г., а наиболее интенсивно с 1783 по 1790 г., Гершель проводит систематические исследования в поисках туманностей. За исключением дублирующих и «потерянных» записей, в конечном счете Гершель обнаружил более 2400 объектов, определенных им как туманности. (В то время термин «туманность» применялся для любых астрономических объектов, которые были видны как туманное пятно, – ведь многие плотные звездные скопления еще не были разрешены на отдельные звезды, а природа галактик станет ясной лишь в начале XX века.)

Изучая собственное движение звезд, Гершель стал первым, кто понял, что Солнечная система движется в окружающем пространстве, и определил примерное направление этого движения – созвездие Геркулес.

Кроме того, изучив распределение звезд на небе, он сделал вывод о том, что Млечный Путь имеет форму диска, а Солнечная система находится внутри него. Правда, Гершель ошибся, считая, что Солнце находится вблизи центра диска. В действительности наша звезда расположена на периферии видимого диска Галактики, на расстоянии 26 тыс. световых лет от ее центра. Но стоит отметить, что по современным данным, нашу галактику окружает гало из темной материи, во много раз превосходящее по размерам ее часть, состоящую из звезд, газа и пыли. В таком случае, Солнце все-таки расположено близко к центру этой гигантской системы.

Работы Гершеля положили начало изучению неизвестных ранее видов излучения. Занимаясь исследованием Солнца, он искал способ уменьшения нагрева инструмента, с помощью которого велись наблюдения. 11 февраля 1800 г. Гершель испытывал солнечные светофильтры. Определяя с помощью термометров температуру разных участков видимого спектра, Гершель обнаружил, что «максимум тепла» лежит за насыщенным красным цветом и, возможно, «за видимым преломлением». Один из термометров в опыте должен был измерять температуру за пределами полосы видимого спектра, по мысли Гершеля – температуру окружающего воздуха в помещении. Он был удивлен, когда этот термометр показал более высокую температуру, чем в видимом спектре. Дальнейшие эксперименты привели Гершеля к выводу, что должна быть невидимая форма излучения за пределами видимой области спектра. Это исследование положило начало изучению инфракрасного излучения.

Совокупность всех этих открытий делает Гершеля основоположником такого раздела современной науки, как звездная астрономия.

2. Верная сестра

Говоря о Гершеле, невозможно не упомянуть еще о его сестре, Каролине Гершель.

Каролина была единственной девушкой среди пяти выживших детей военного музыканта Исаака Гершеля. Вопреки воле своей матери, которая предпочла бы, чтобы она была швеей, Каролина, как и ее братья, получила музыкальное образование и стала певицей.



Когда ей было 22, она переехала в Англию к брату (он был старше ее на двенадцать лет). В доме брата Каролина стала выполнять обязанности экономки, но в то же время он дал ей возможность выступить в качестве солистки в своих концертах. Она могла бы сделать большую музыкальную карьеру, если бы ее не заразила страсть брата к астрономии. Без сомнения, это была необычная семья, среди которых даже двойные таланты (музыка и астрономия), по-видимому, были скорее правилом: брат Гершеля Александр, тоже музыкант, также помогал Вильяму в изучении неба. Каролина научилась шлифовать и полировать зеркала для телескопов, освоила математику, необходимую для астрономических расчетов.



После открытия Вильямом Урана, когда астрономия стала главным его занятием, Каролина Гершель стала перед выбором: продолжать ли свою карьеру в качестве певицы или «служить» своему брату в качестве его научного ассистента. Она выбрала последнее и была назначена судом в качестве квалифицированного помощника с зарплатой в 50 фунтов стерлингов в год – первая зарплата, которую женщина когда-либо получала за научную работу.

Теперь Каролина начала свои собственные астрономические исследования, сосредоточившись на поиске комет. Между 1786 и 1797 гг. она обнаружила восемь «хвостатых светил». Она также обнаружила четырнадцать туманностей, измерив положение еще более сотни, и составила каталог звездных скоплений и туманностей. Кроме того, она подготовила дополнительный каталог для звездного атласа Флемстида. За эту работу ее высоко ценили, в числе других ученых, великий математик Карл Фридрих Гаусс и астроном Иоганн Франц Энке. Несмотря на определенный успех в своих исследованиях, она оставалась очень скромной женщиной.

В 1822 году, через несколько недель после смерти своего брата, Каролина Гершель вернулась в свой родной город Ганновер, который она оставила почти пятьдесят лет назад. Знаменитые ученые искали теперь ее в простом доме на Marktstrasse (Марктштрассе, одна из улиц Ганновера). К 1828 году она закончила работу над каталогом 2500 туманностей и звездных скоплений, наблюдавшихся её братом, а также двумя дополнениями к нему. Впоследствии именно этот каталог вместе с данными наблюдений ее племянника – сына Уильяма, Джона Гершеля – послужит одним из основных источников для Нового общего каталога (NGC), составленного Дрейером в 1888 году.

Она была награждена многочисленными наградами: например, в 1828 году получила золотую медаль Королевского астрономического общества, в котором она была избрана почетным членом в 1835 г. В 1838 году Королевская Ирландская академия наук в Дублине избрала 88-летнюю Каролину Гершель в свои члены. И в 1846 году, в возрасте 96 лет, Каролина была награждена от имени короля Пруссии золотой медалью Прусской академии наук.

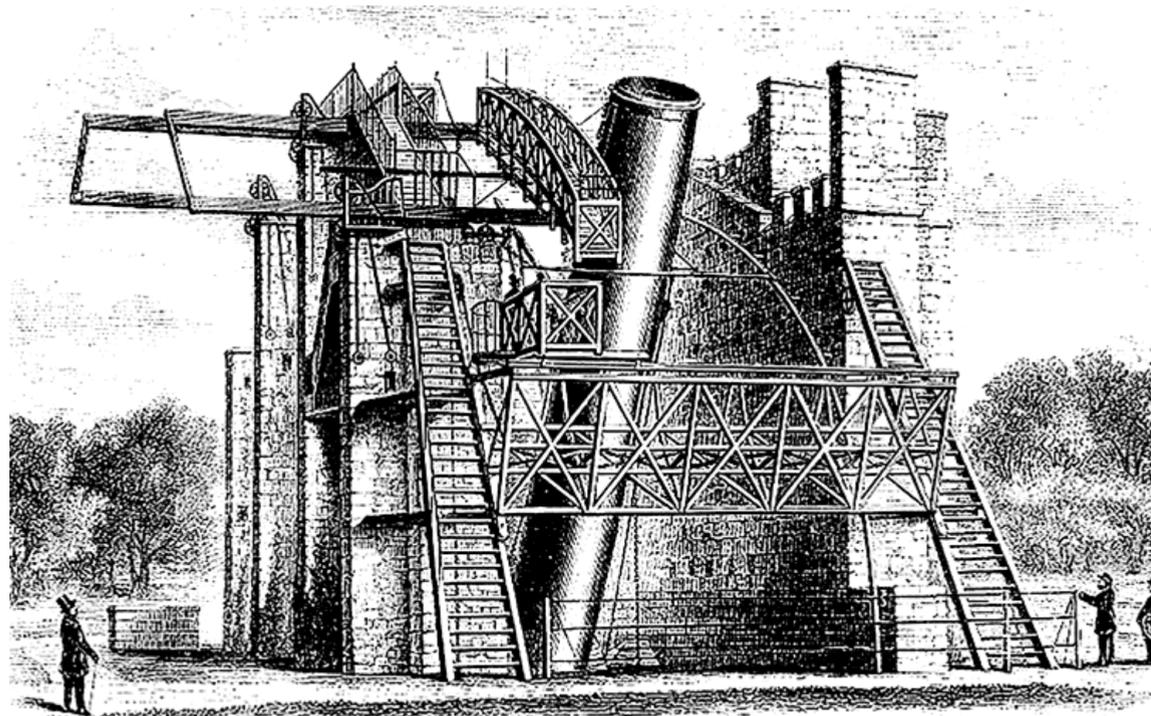
Ни одна из обнаруженных ее комет не была названа в честь нее, но кратер на Луне, а также один из астероидов увековечили ее имя на просторах Солнечной системы.

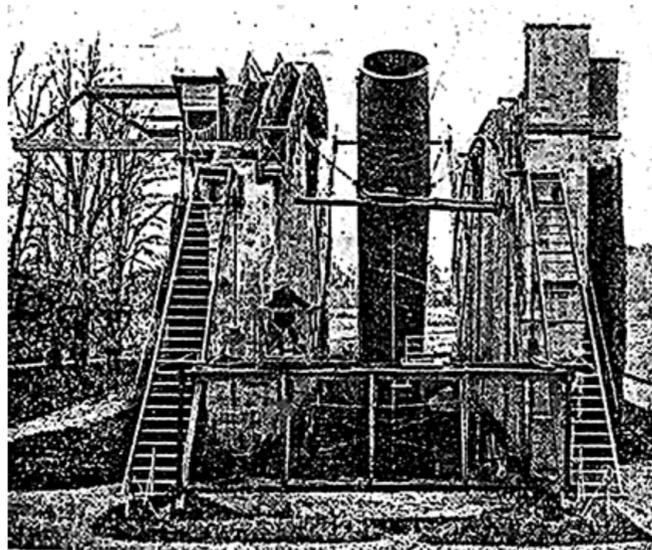
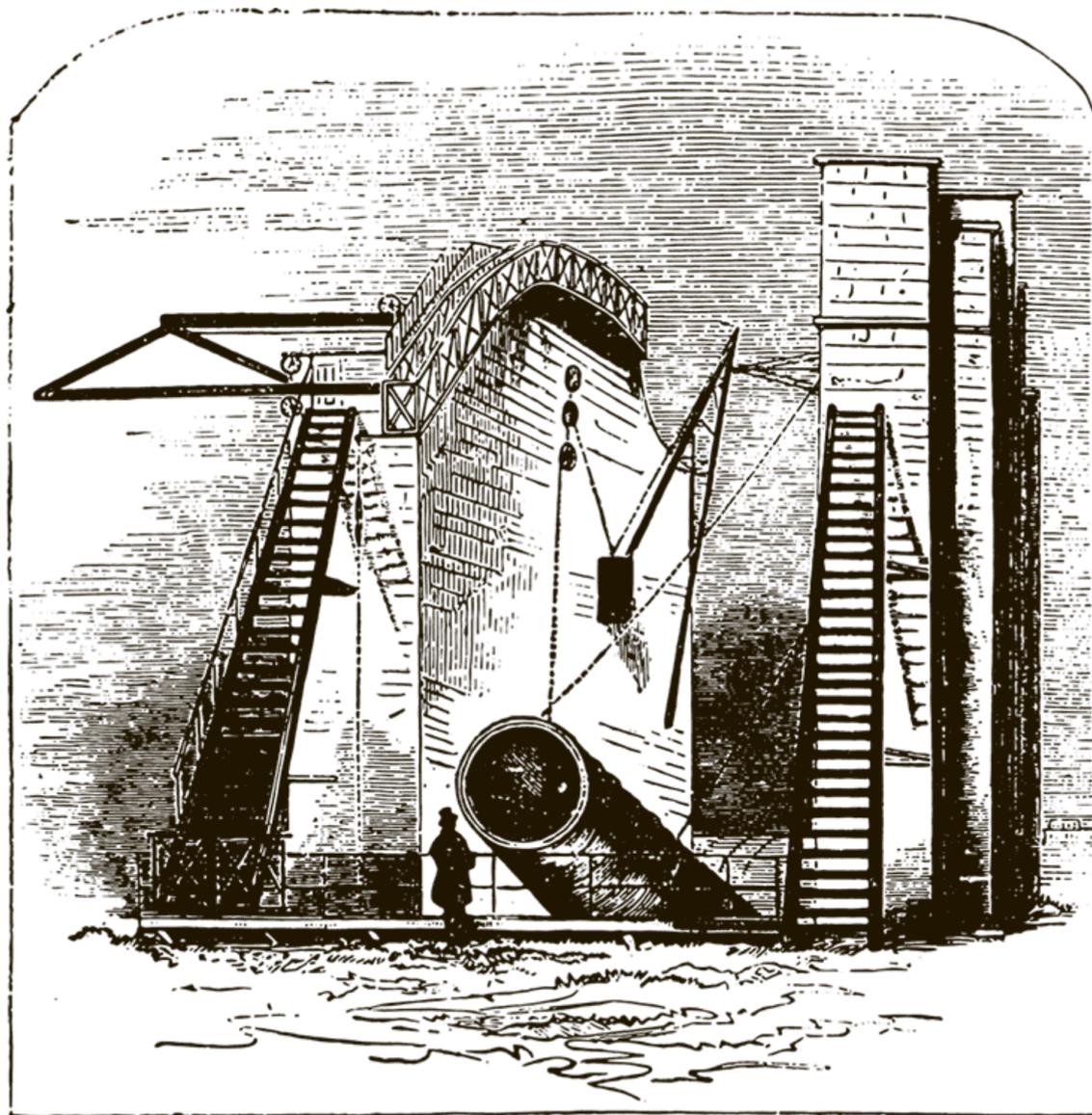
Судьбы Уильяма и Каролины Гершелей могут служить примером для тех, кто хочет найти свой путь как в науке, так и в жизни. Их не остановила ни смена профессии, ни, в случае с Каролиной, нетипичность таких занятий для женщин в те времена...

3. «Левиафан» и мир туманностей

Инструменты Вильяма Гершеля оставались самыми крупными в мире около полувека. В 1847 году вступил в строй новый гигантский для того времени телескоп с зеркалом диаметром 72 дюйма (1,87 м) и фокусным расстоянием 17 метров. За свои размеры он получил прозвище в честь библейского чудовища – «Левиафан». Он оставался крупнейшим телескопом в мире до начала XX века.

На строительство телескопа ушли огромные средства и, конечно, труд многих людей, изготовивших зеркало, трубу, и громадную конструкцию, служившую им опорой. Но главного инженера и одновременно спонсора этого строительства Уильяма Парсонса, третьего лорда Росса – тоже можно назвать астрономом-любителем. Ведь он удовлетворял прежде всего собственную страсть к астрономии и сам проводил наблюдения при помощи этого инструмента. Но для реализации своего смелого замысла ему пришлось не только купить дорогостоящие материалы и оборудование для мастерских, но и обучить окрестных крестьян оптике и механике, поскольку специалистов найти было очень трудно.





«Левиафан», телескоп лорда Росса

«Левиафан» получился поистине гигантским. Вес трубы вместе с металлическим зеркалом достигал 12-ти тонн. Управлять такой громоздкой машиной было тяжело. Приводилась она в движение системой платформ, подпорок и рычагов. Опорой для трубы и защитой от ветра служили две огромные каменные стены. Нижний конец 12-тонной трубы опирался на чугунный шарнир, верхний был закреплен на цепях. Свободно двигаться эта конструкция могла лишь по высоте (вверх и вниз). По азимуту (т. е. вправо и влево) труба смещалась лишь на 15 градусов. Следить за объектом, таким образом, можно было лишь сравнительно короткое время и только тогда, когда он оказывался в узком интервале доступных телескопу азимутов (то есть в узкой полосе неба, на которую он мог быть направлен). Такая конструкция исключала и применение фотографических методов наблюдения, которые уже начинали входить в астрономическую практику. «Левиафан» не мог удерживать объект в поле зрения в течение длительной выдержки.



Лорд Росс

У бронзовых зеркал, которыми оснащались тогда все телескопы-рефлекторы, имелись серьезные недостатки: они были тяжелы, прогибались под собственным весом, к тому же быстро тускнели и требовали повторной полировки.

Не самым удачным было и расположение гиганта: климат Ирландии не изобилует ясными ночами: их бывает всего 60–80 за год...

Однако, несмотря на все эти трудности, телескоп лорда Росса (и несколько меньших инструментов, построенных им же) сослужил хорошую службу науке. С его помощью в каталоги были внесены новые звездные скопления и туманности. Лорд Росс делал детальные зарисовки этих объектов. Ему принадлежит, например, авторство названия «Крабовидная туманность», под которым мы знаем самый известный на небе остаток сверхновой¹¹. Некоторые из туманностей, которые в приборах Гершеля казались лишь облачками, оказались для «Левиафана» тесными звездными скоплениями. У некоторых, например у Туманности Андромеды и туманности в Гончих Псах, выявилась спиральная структура. Но то, что одни туманности представляют собой газовые облака нашей галактики, а другие – сами являются далекими гигантскими звездными системами – галактиками – стало окончательно ясно лишь в XX веке.

Лорд Росс умер в 1867 году. После его смерти «Левиафан» оставался в строю еще около 30 лет. На нем проводил наблюдения сын его создателя, а также Джон Дрейер – составитель Нового общего каталога туманностей и звездных скоплений, объекты из которого знакомы любителям астрономии и профессионалам по сокращенному обозначению NGC – New General Catalogue.

В 1908 году телескоп был частично демонтирован, а в 1914 году зеркало с оправой передано в музей науки в Лондоне.

В 1994 году бывший инженер-строитель и астроном-любитель Майкл Табриди начал работу по восстановлению телескопа. Первоначальные чертежи были утеряны, и ему пришлось предпринять почти детективную работу, чтобы сопоставить между собой остатки телескопа, случайные комментарии в журналах наблюдений, а также фотографии инструмента, сделанные Мэри Росс, женой Уильяма. Восстановительные работы продолжались с начала 1996 года. До начала 1997 года было запланировано ввести в строй рабочее зеркало, но из-за бюджетных ограничений эту идею пришлось отложить для отдельного проекта.

Новое зеркало было установлено в 1999 году. В отличие от оригинального, которое было сделано из бронзы, и в отличие от современных зеркал, которые изготавливаются из стекла с алюминиевым или серебряным покрытием, это зеркало сделано из алюминия – как компромисс между достоверностью и полезностью в астрономических наблюдениях. Восстановленный телескоп лорда Росса – замечательный памятник науки.

4. Открывая переменные звезды

Как упоминалось выше, в древности любые изменения на небе воспринимались как экстраординарные события. Возможно, вспышка новой звезды побудила Гиппарха составить звездный каталог.

Изучение переменных звезд началась в 1596 году, когда Давид Фабрициус (1564–1617) обнаружил, что звезда Омикрон Кита (получившая впоследствии собственное имя Мира) периодически меняет свою яркость. В то время это было сенсацией, потому что неизменность «сферы неподвижных звезд» была утвердившейся догмой. Три четверти века спустя, в 1670 году, итальянский астроном Джеминиано Монтанари (1633–1687) пишет о том, что вторая по яркости звезда в созвездии Персея изменяет свой блеск.

Эта звезда имеет арабское название «Алголь», что означает «Голова чудовища». На месте Алголя в традиционном изображении созвездия рисуют голову Медузы – чудовища, убитого греческим героем Персеем при помощи зеркального щита, отразившего ее взгляд. Другое название Алголя – «Дьявольская звезда». Это имя может указывать на то, что, возможно, еще до Монтанари арабские астрономы знали особый характер Алголя.

Спустя более ста лет после Монтанари, в 1783 году, на Алголь посмотрел глазами астронома молодой англичанин, которого звали Джон Гудрайк.

Он родился 17 сентября 1764 года в Гронингене в семье британского дипломата и голландской купеческой дочери. В возрасте пяти лет он перенес скарлатину и полностью потерял слух. Но после правильного обучения, которое смогли ему обеспечить родители, он смог читать по губам и говорить. Для этого его отправили в специализированную школу в Эдинбурге. В 1778 году в тринадцатилетнем возрасте он смог поступить в академию в Уоррингтоне под Йорком, где не было специальных условий для людей с ограниченными возможностями.

¹¹ Сверхновая – звезда, увеличивающая свой блеск в течение нескольких суток в миллионы и миллиарды раз, а потом угасающая в течение нескольких месяцев или лет. Причина – мощный взрыв, почти полностью разрушающий звезду.

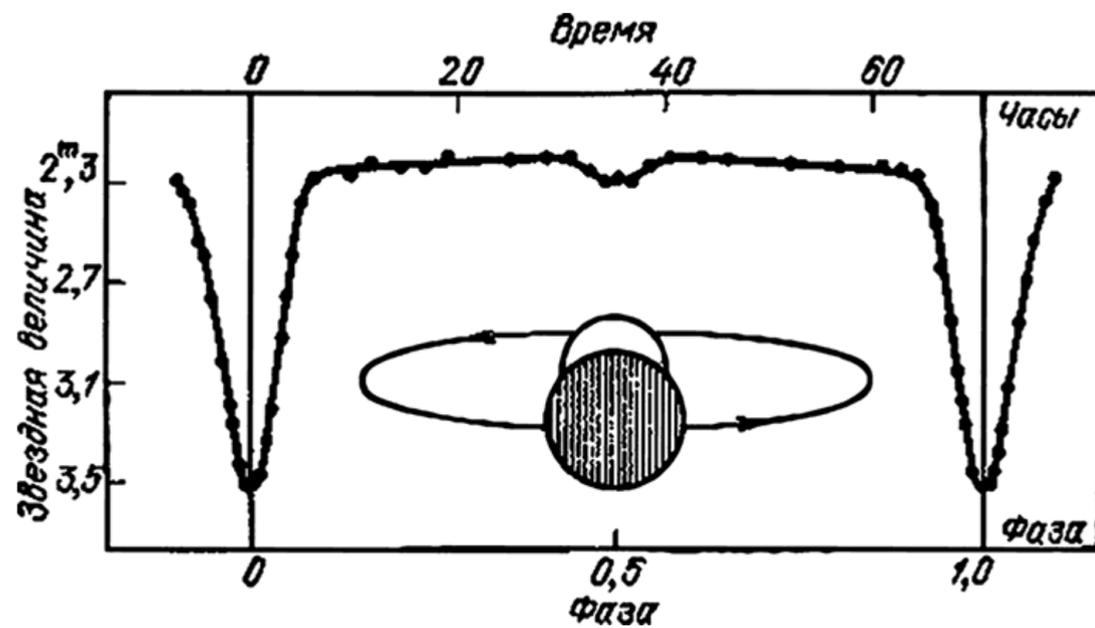


Джон Гудрайк

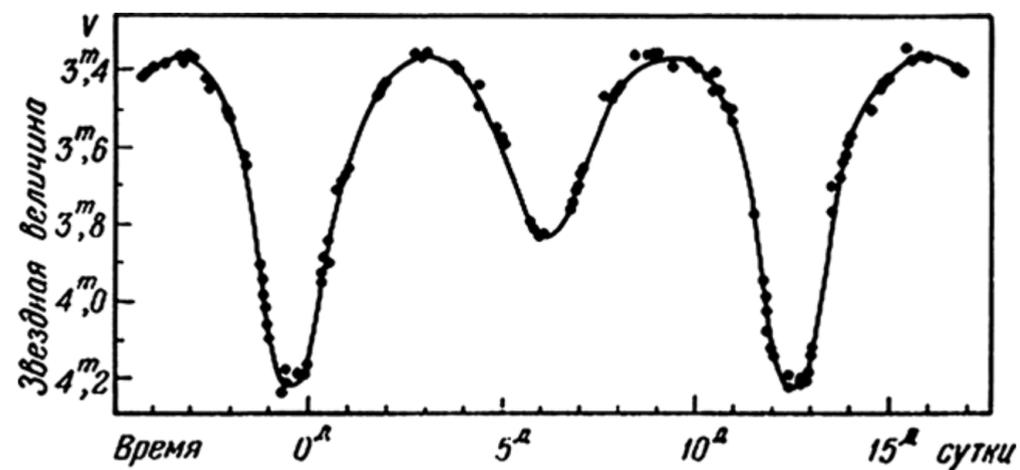
Уоррингтонский преподаватель Уильям Энфилд увлек его астрономией. Джон наблюдал небо вместе со своим двоюродным братом Эдвардом Пиготтом.

Гудрайк был первым, кто точно определил период изменения блеска Алголя и построил кривую его блеска. За 2,87 суток (68 часов и 50 минут) звезда изменяет блеск более чем на одну величину. Большую часть времени она видна как звезда второй величины, затем ее блеск стремительно начинает падать, достигая звездной величины почти три с половиной (астрономы записывают это как $2,0^m - 3,5^m$), а затем вновь возрастает. От начала и до конца этого периода проходит около 9 часов.

Но в чем причина переменности Алголя? Гудрайк предположил, что вокруг звезды вращается достаточно большое тело, которое, проходя перед звездой, частично закрывает ее от нас, уменьшая идущий от нее поток света. По мысли Гудрайка это могла быть планета или более тусклая звезда. Два небесных тела расположены так близко друг к другу, что их нельзя разделить ни в один телескоп (правда, он выдвинул и другое предположение – что звезда имеет на своей поверхности темный участок, который периодически поворачивается к Земле из-за вращения звезды).



Кривая блеска Алголя



Кривая блеска Беты Лиры

Из этих двух гипотез более правдоподобной казалась гипотеза о затмениях. Она хорошо объясняла строгую периодичность изменения блеска и потому была принята большинством астрономов. Однако вплоть до 1889 года оставалась хотя и красивой, но всего лишь гипотезой. Доказал правоту Гудрайка астроном Герман Фогель, который работал в Потсдамской обсерватории. Для того чтобы показать, что Алголь состоит из двух компонентов, он применил спектральный анализ – метод, который в ту пору только входил в научный обиход. С помощью призмы Фогель разложил свет Алголя в спектр. Удивительным было то, что темные линии поглощения различных химических элементов то расходились, то сходились, так, как если бы принадлежали двум разным звездам. Это говорило о движении объектов: вследствие эффекта Доплера смещение линий в красную сторону спектра свидетельствует об удалении звезды от наблюдателя, а в фиолетовую – об ее приближении.

Наблюдения показали, что полный цикл расхождения и схождения линий составлял 2,87 суток, в точности совпадая с периодом переменности Алголя! Так гениальная догадка Гудрайка нашла свое подтверждение в строгих наблюдениях.

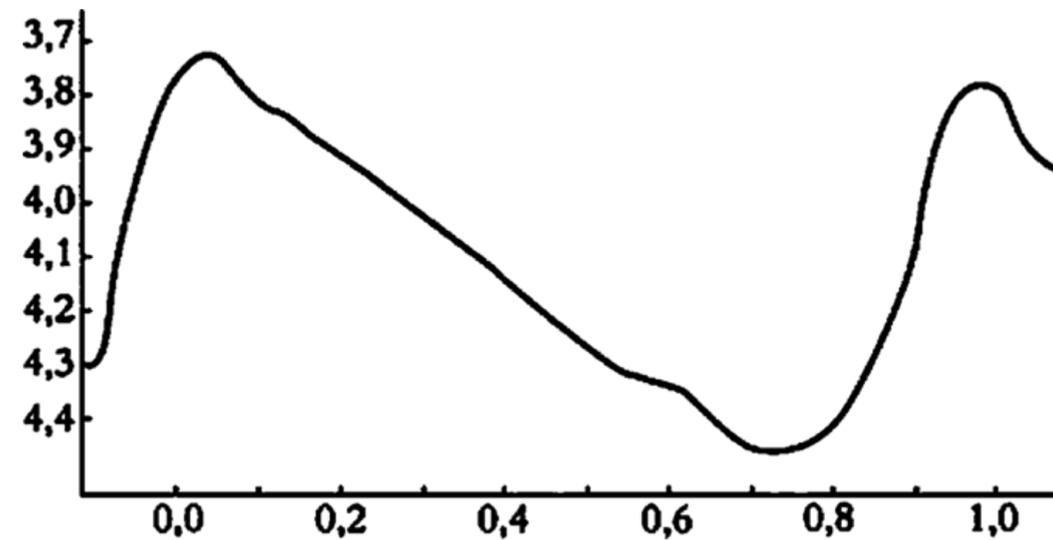
Сегодня нам известно, что две звезды, Алголь А и Алголь В, образуют очень тесную двойную систему: расстояние между ними в 16 раз меньше расстояния от Земли до Солнца.

Гудрайк продолжал поиск переменных звезд. Он обнаружил переменность звезды Бета Лиры (собственное ее имя – Шелиак). Ее период он определил, как 12 дней и 20 часов. По последним данным он составляет 12 дней и примерно 21,8 часов.

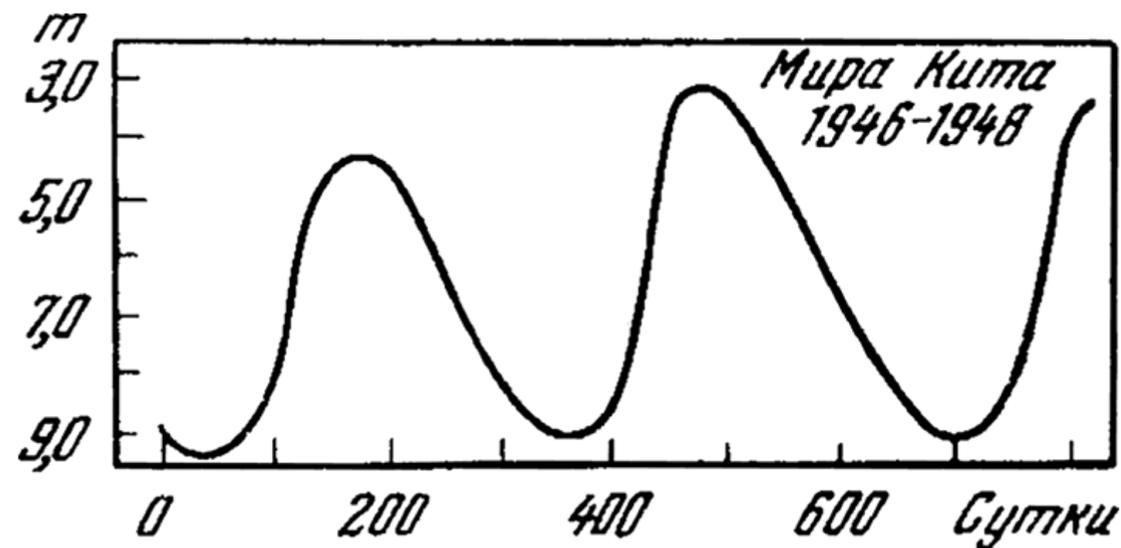
Блеск Беты Лиры колеблется от 3^m,3 до 4^m,1. Как известно сейчас, это двойная звездная система с двумя гигантскими солнцами, которые находятся друг от друга на таком небольшом расстоянии, что деформируют друг друга и обмениваются веществом, которое накапливается в огромном аккреционном диске вокруг звезды.

Изменение яркости Шелиака происходит за счет деформации звездной атмосферы. Если звезда, которая под действием гравитации своей близкой соседки приобрела дынеобразную форму, поворачивается к нам своей вытянутой стороной, то для зрителя она выглядит ярче, нежели в случае, в котором звезда кажется круглой. Но разница в блеске обеих звезд тоже играет роль. Основной минимум блеска (4^m,1) имеет место, когда более темный красный гигант показывает свою наименьшую видимую поверхность; вторичный минимум (3^m,7) имеет место, когда менее яркая звезда стоит перед большей звездой.

Еще одна звезда, переменность которой обнаружил Джон Гудрайк, – знаменитая звезда, обозначенная на звездных картах как Дельта Цефея, ставшая прототипом целого класса переменных звезд. Гудрайк не смог объяснить характер изменения ее блеска: быстрый его подъем и более медленный спад (форма кривой на графике напоминает акулий плавник). Сейчас мы знаем, что звезды типа Дельты Цефея, или, как называют их астрономы, цефеиды – это массивные яркие гигантские звезды желтого цвета. Они светят в тысячи или даже в десятки тысяч раз мощнее Солнца. Причиной переменности является пульсация внешних слоёв цефеид, что приводит к периодическим изменениям радиуса и температуры их фотосфер. В цикле пульсации звезда становится то больше и холоднее, то меньше и горячее. Наибольшая светимость достигается при наименьшем диаметре.

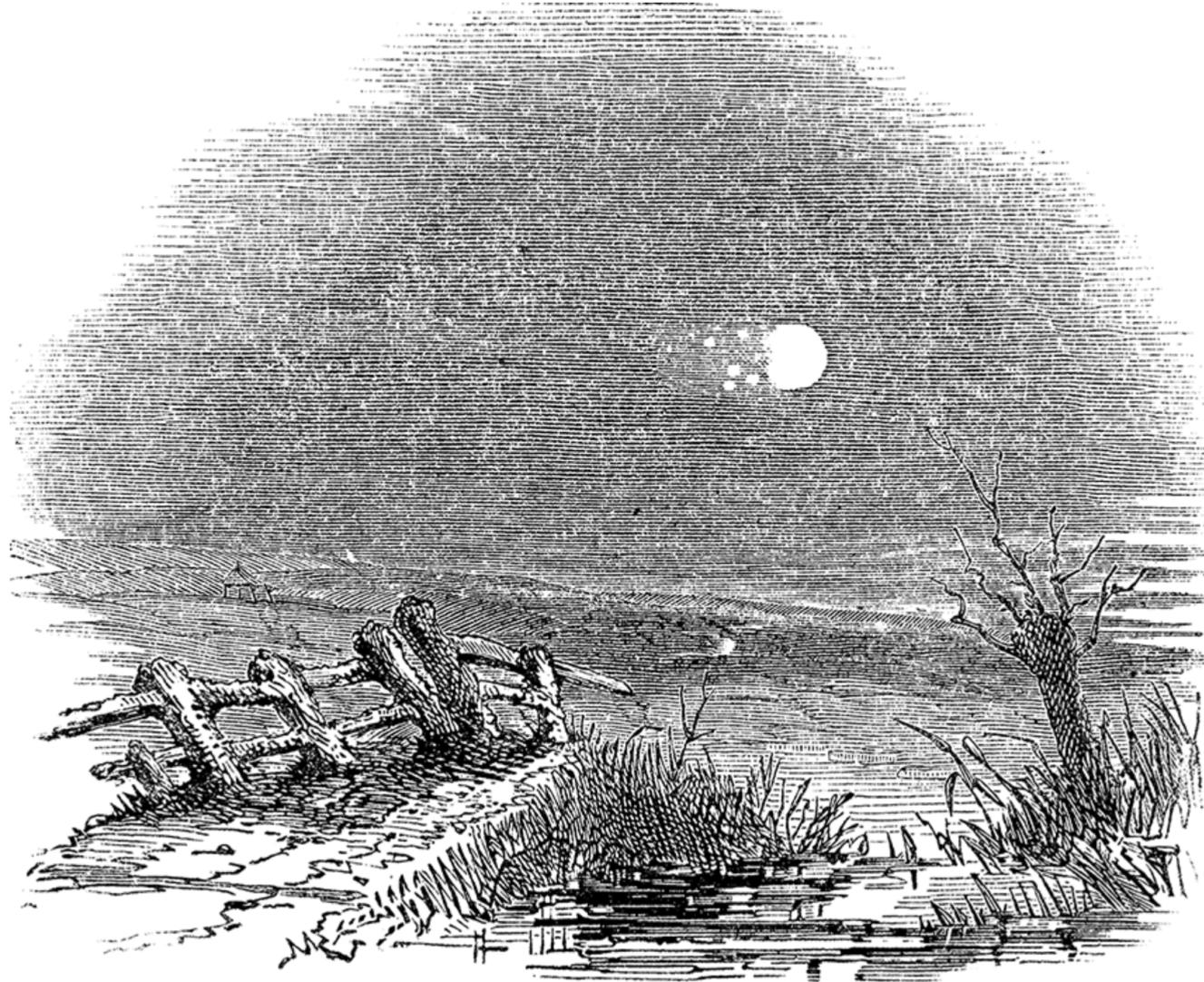
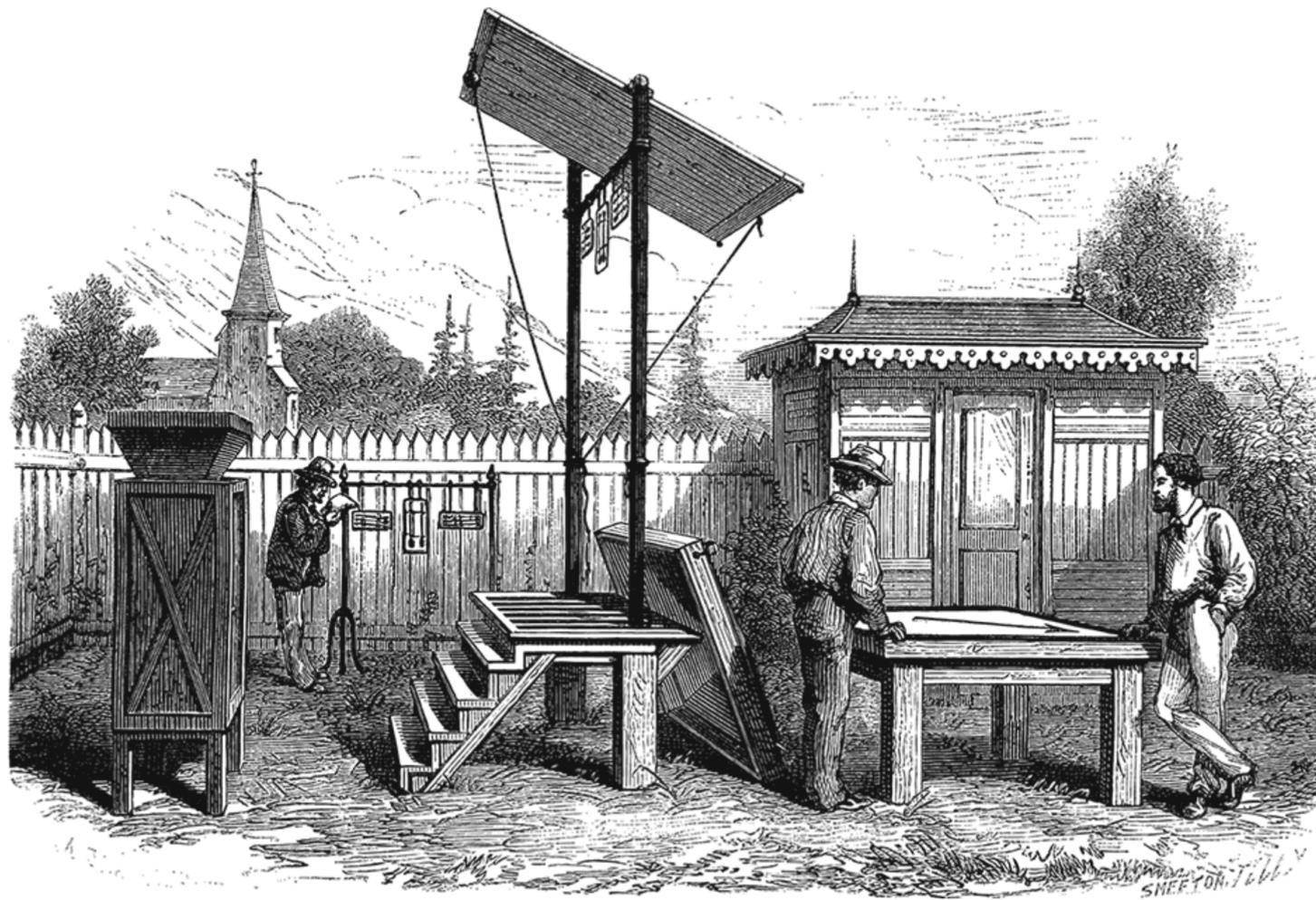


Кривая блеска Дельты Цефея



Кривая блеска Миры Кита

В 1912 году американский астроном Генриетта Суон Ливитт обнаружила связь между средней яркостью и периодом пульсации цефеид. Эта связь означает, что, зная период, можно определить абсолютную яркость такой звезды, а затем, сравнив ее с видимым блеском, вычислить расстояние до нее. Цефеиды, таким образом, оказались полезны для определения расстояния до галактик, которые достаточно близки к нам, чтобы их можно было разрешить на отдельные звезды, среди которых можно найти цефеиды. Для более далеких галактик такими «маяками» служат вспышки сверхновых звезд.





Заметим еще, что упомянутая выше Мира, которую открыл Дэвид Фабрициус, тоже пульсирует, но характер ее пульсаций иной. Звезды такого типа выделены в отдельный класс – мириды. Мира – красная звезда-сверхгигант.

Джон Гудрайк был принят в Королевское общество 16 апреля 1786 года в возрасте 21 года. Но, возможно, он даже не узнал об этом событии, потому что всего через четыре дня, 20 апреля 1786 года, он умер от пневмонии. Один из залов университета Йорк назван в честь него в знак памяти.

Любой любитель астрономии может сейчас повторить наблюдения Джона Гудрайка и проследить за изменением блеска Алголя, Дельты Цефея и Беты Лиры. А для многих астрономов-любителей наблюдение переменных звезд, которых открыто уже многие тысячи, – серьезное, увлекательное дело, которое к тому же приносит пользу науке.

5. Вокруг Планеты Икс

С середины XIX в. все новые и новые методы и технологии приходят на службу астрономам.

Появляется фотография – и вскоре она становится основным методом, вытесняя визуальные наблюдения. Строятся все более крупные телескопы...

Открытия тоже не заставляют себя ждать. В 1846 году «на кончике пера», путем математических расчетов на основе анализа неправильностей в движении Урана, была открыта планета Нептун.

Но отклонения Урана от предвычисленного движения, пусть небольшие, все равно оставались. В течение долгого времени принято было считать, что они объясняются только существованием девятой планеты, лежащей за орбитой Нептуна. В научных кругах ее называли «планетой Икс».

Среди горячих сторонников этой гипотезы был американец Персиваль Лоуэлл (1855–1916). Это очень колоритная и своеобразная фигура в истории астрономии. Выходец из богатой семьи, наследник семейного бизнеса он получил образование в Гарварде, где изучал математику. Однако в дальнейшем Лоуэлл не захотел посвящать себя ни бизнесу, ни карьере профессора математики в том же Гарварде, отвергнув предложение этой должности. В 1880–1890 гг. он путешествует по Востоку – в основном по Японии и Корее. Итогом длительных (каждая по несколько месяцев) поездок стали четыре книги, посвященные этим странам.

Но начиная с 1890-х гг. Лоуэлл обращается к своему увлечению с детства – астрономии – и строит на свои средства первую в США крупную частную обсерваторию, директором которой будет всю оставшуюся жизнь. Это полноценное научное учреждение, в котором работали и работают профессиональные астрономы, но принадлежит оно и теперь, в XXI веке, наследникам Лоуэлла.



Персиваль Лоуэлл

При жизни Лоуэлла особое внимание в обсерватории уделялось изучению Марса. Он был (наряду с французом Камилем Фламарионом) горячим сторонником гипотезы о существовании на Марсе разумной жизни, основанной на наблюдении так называемых марсианских каналов – узких прямых линий на поверхности Марса, впервые описанных в 1877 году итальянским астрономом Джованни Скиапарелли – об этом говорится в новых книгах Лоуэлла «Марс и его каналы» и «Марс как обитель жизни». По Лоуэллу, ход эволюции был одинаков на Земле и Марсе, соответственно, биология и биохимия землян и марсиан сходны: последним требуется пища, а чтобы её выращивать – требуется вода. Марс – сухая планета (Лоуэлл подсчитал, что воды там в 200 000 раз меньше, чем на Земле), история которой намного более длительная, поэтому марсиане намного обогнали землян, а искусственное орошение является главным приоритетом их цивилизации. Лоуэлл рассчитал, что потемнение линий каналов при наступлении марсианской весны идёт быстрее, чем если бы вода текла естественным образом; он считал это важнейшим доказательством разумной жизни на Марсе и искусственной природы его каналов.

Несостоятельность теории марсианских каналов сейчас всем понятна. На Марсе нет высокоразвитой цивилизации и с большой вероятностью нет и никогда не было жизни... Сами же каналы были, скорее всего, обманом зрения, вызванном попыткой глаза хоть что-то рассмотреть на крохотном (даже в крупный инструмент) диске планеты. Недаром их рисунок разные наблюдатели видели по-разному, а на фотографиях и вовсе их не удалось запечатлеть. Однако благодаря книгам Лоуэлла множество людей увлеклись астрономией и заинтересовались исследованиями Марса. Не исключено, что без этих книг не было бы и многочисленных фантастических романов о Марсе и марсианах – начиная с «Войны миров» Герберта Уэллса, которые, в свою очередь, будили воображение детей и молодых людей, ставших в дальнейшем инженерами и конструкторами первых ракет...

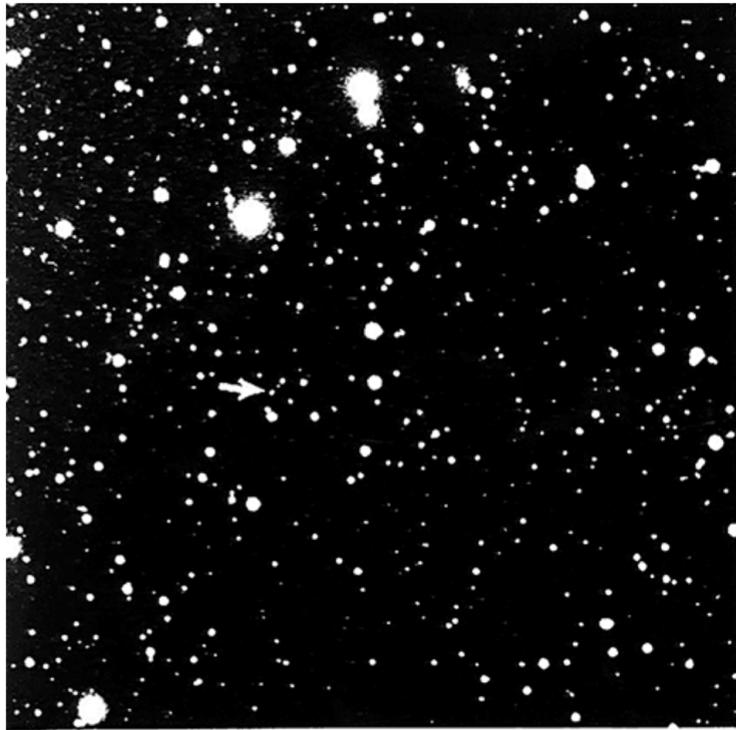
В 1910 году Лоуэлл объявил, что рассчитал положение «Планеты Икс» и начал её фотографический поиск. Он даже утверждал, что девятой планете требуется 282 земных года для оборота вокруг Солнца, а в телескоп она будет видна как тусклое светило 12-й или 13-й звёздной величины.

Как стало ясно только в конце XX в., гипотеза о «Планете Икс» тоже была неверна.

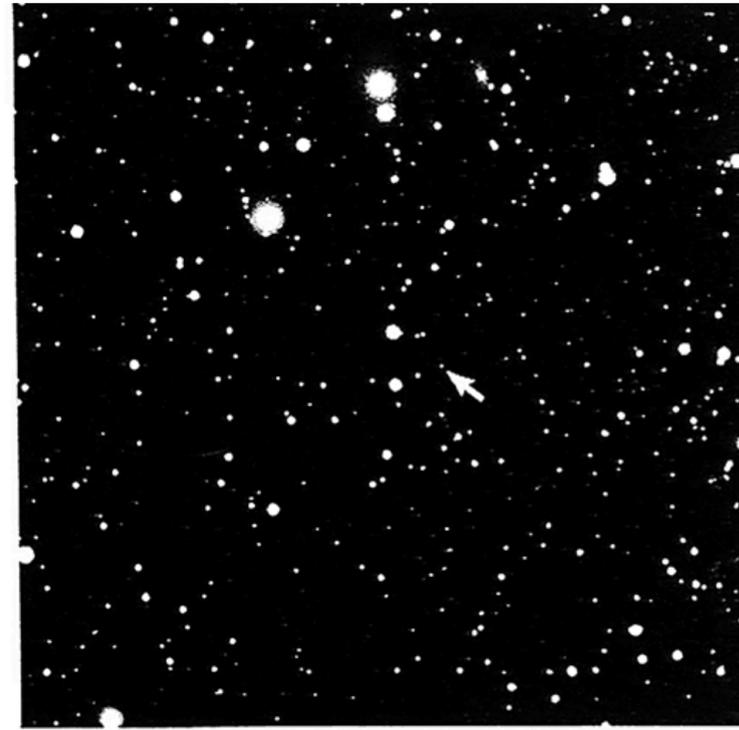
Данные, полученные в 1989 году «Вояджером-2», показали, что масса Нептуна на 0,5 % меньше, чем думали астрономы. Казалось бы, немного, но когда Майлс Стендиш пересчитал гравитационное воздействие Нептуна на Уран заново, то неправильности в орбите Урана исчезли, а с ними – и надобность в Планете Икс¹²...

Но, как часто бывает в науке, идя по ложному следу, ученые совершили настоящее открытие. По чистой случайности в районе, предсказанном Лоуэллом, оказалось новое тело Солнечной системы, которое сначала считалось планетой, а теперь считается первым представителем класса карликовых планет. Период обращения этого тела вокруг Солнца оказался короче, но довольно близким к предсказанному Лоуэллом – 248,9 года. А вот блеск был почти на две величины слабее, и постепенно стало ясно, что и масса его очень незначительна. Речь, конечно, идет о Плутоне. По счастливому совпадению он был открыт именно на Лоуэлловской обсерватории, в 1930 году, через 14 лет после смерти Лоуэлла.

¹² В настоящее время ученые вновь говорят о гипотетической крупной неизвестной планете Солнечной системы. Поводом для этого послужили некоторые закономерности в орбитах нескольких очень далеких астероидов, лежащих в так называемом поясе Койпера, далеко за орбитами Нептуна и даже Плутона. Они могут быть вызваны возмущениями от гравитации этой планеты. Масса ее оценивается в 10 масс Земли, среднее расстояние от Солнца – в 700 раз дальше, чем Земля (Плутон – только в 40 раз!), а период обращения вокруг Солнца – от 10 до 20 тысяч лет.



January 23, 1930

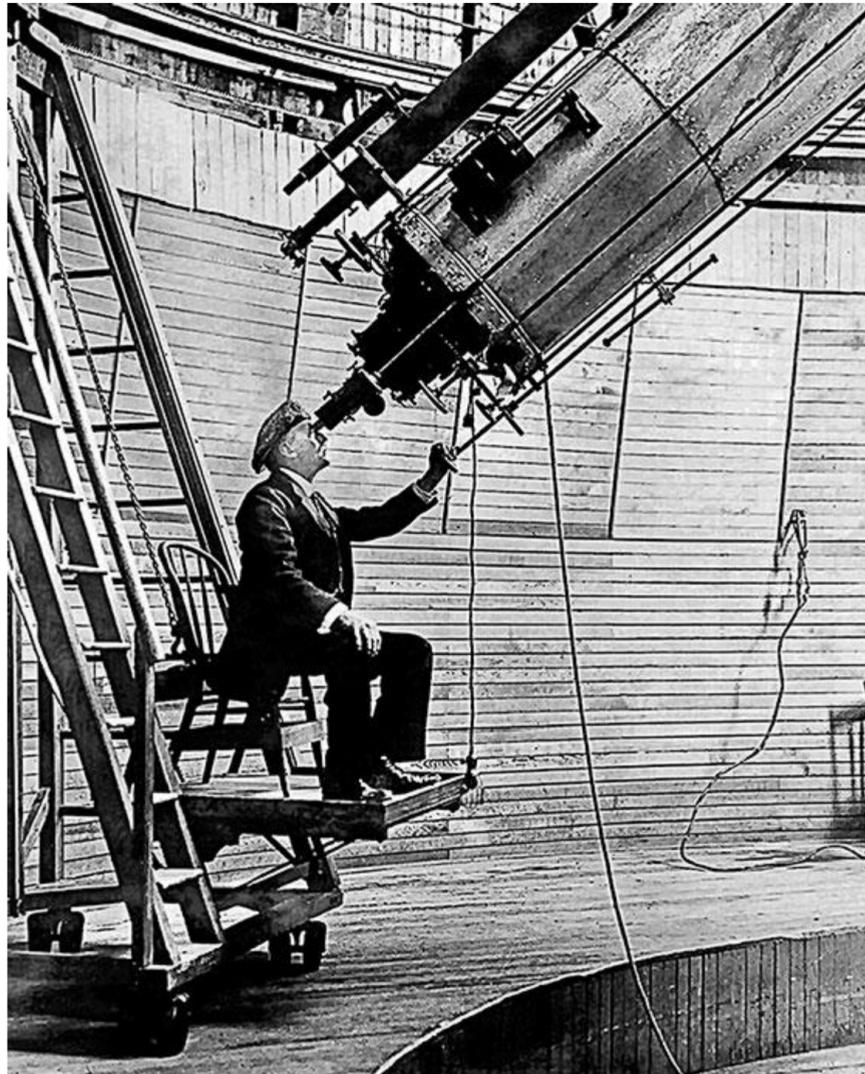


January 29, 1930

Снимки, на которых был открыт Плутон

На самом деле, еще 19 марта и 7 апреля 1915 года в обсерватории Лоуэлла были получены два слабых изображения Плутона, однако он на них не был опознан.

Плутон могли открыть и на обсерватории Маунт-Вильсон в 1919 году. В тот год Милтон Хьюмасон по поручению Уильяма Пикеринга проводил поиски девятой планеты, и Плутон попал на 4 фотопластинки. Но при их анализе внимательно просматривались только близкие к эклиптике области, а Плутон оказался слишком далёк от неё. Кроме того, он терялся среди множества звёзд и, по некоторым данным, его изображение на некоторых снимках совпало с небольшим браком эмульсии или частично наложилось на звезду.



А честь открытия Плутона в 1930-м принадлежит Клайду Томбо (1906–1997) – человеку, чья судьба тоже достойна отдельного упоминания.

Он родился в семье бедного фермера-арендатора. В 12-летнем возрасте Клайд впервые посмотрел в небольшой телескоп на Луну и с этого момента «заболел» астрономией. Когда Клайд окончил среднюю школу, его одноклассники записали в книгу выпускников пророческую фразу: «Он откроет новый мир».

Но дальнейшая учёба для юноши оказалась невозможной – родители не могли оплатить ее.



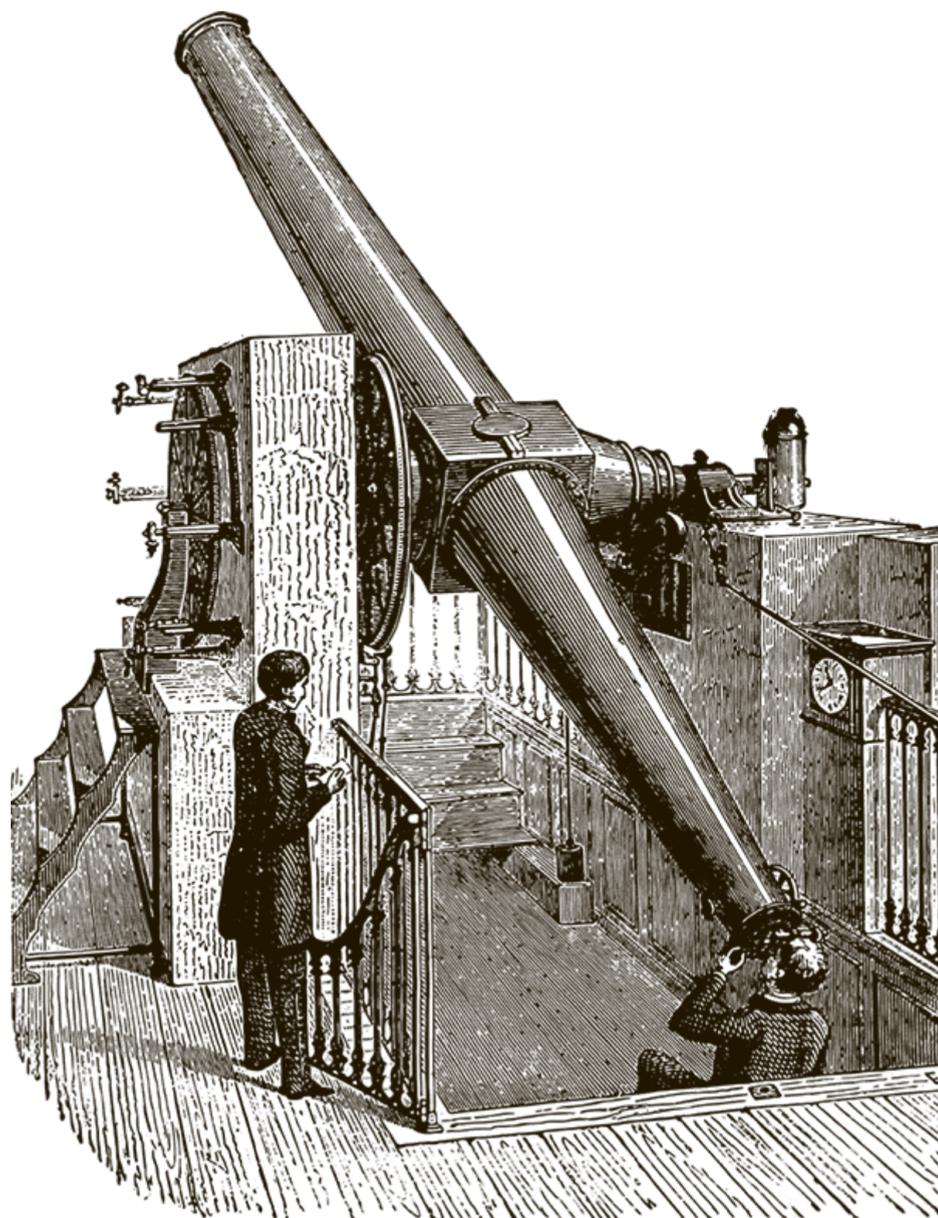
Клайд Томбо

Он принял решение изучать астрономию самостоятельно и собственноручно сделать телескоп. В этом предприятии он потерпел сначала несколько неудач – заготовки зеркал портились даже от неподходящей температуры в помещении! Для соблюдения температурного режима при обработке зеркала рефлектора, Томбо выкопал погреб, и в нём обрабатывал стеклянные диски для своего 9-дюймового рефлектора. Он решил послать свои рисунки лунных кратеров, спутников Юпитера, поверхности Марса в Лоуэлловскую обсерваторию. Там они были высоко оценены специалистами.

В конце 1928 года директор Лоуэлловской обсерватории доктор Слайфер (1875–1969) прислал Клайду письмо с приглашением на работу. Он был зачислен в штат в качестве лаборанта-фотографа.

В начале апреля 1929 года Клайд, работавший на 13-дюймовом астрографе, начал съёмку звёзд в созвездии Близнецы, где по вычислениям Лоуэлла должна была находиться «Планета Икс». Для поиска неизвестной планеты он сравнивал снимки одного и того же участка неба с интервалом 2–3 ночи на блинк-компараторе – приборе, дающем возможность увидеть перемещение объекта путем быстрого перевода взгляда с одного снимка на другой. Работать приходилось по 14 часов в сутки.

В ходе выполнения этой программы Клайд Томбо обнаружил новую комету, сотни новых астероидов, много переменных звёзд; провел исследование по пространственному распределению галактик.



18 февраля 1930 года, анализируя фотопластинки, он увидел, что вблизи звезды Дельта Близнецов одна из слабых точек «запрыгала» – это был Плутон.

Имя новой планете выбрали в том числе и потому, что первые две его буквы совпадают с инициалами Персиваля Лоуэлла.

В 1932 году, уже после своего открытия, Клайд Томбо поступил в Канзасский университет, который окончил в 1936 г. Продолжал работать в Лоуэлловской обсерватории до 1943 г. Далее преподавал в Аризонском колледже во Флагстаффе, в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, работал в Абердинской баллистической лаборатории в Лас-Крусесе (штат Нью-Мексико), с 1955 г. – также в университете штата Нью-Мексико (с 1965 – профессор, с 1973 – почётный профессор).

За открытие Плутона Клайд Томбо был удостоен специальной медали с изображением Уильяма Гершеля. Кроме того, за вклад в астрономическую науку был удостоен медали им. Х. Джэксон-Гуилт Лондонского королевского астрономического общества (1931) и других наград.

Так судьба соединила в одном открытии богатого бизнесмена и паренька из бедной семьи, одинаково увлеченных астрономией.

6. Расширяя диапазоны

Лучи видимого света – не единственные вестники из космических глубин. Космос пронизан и другими видами электромагнитных излучений. Это радиоволны, инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение. Все эти излучения, а также частицы космических лучей (протоны, электроны, нейтрино) и открытые в 2016 году гравитационные волны, несут ценнейшую информацию о физических явлениях во Вселенной.

Ещё в конце XIX века учёные предполагали, что радиоволны, отличающиеся от видимого света только частотой, также должны излучаться небесными телами, в частности Солнцем. Радиоастрономия как наука берёт своё начало с экспериментов американского радиоинженера Карла Янского, проведённых в 1931 году.

Янский работал в компании «Белл Телефон» и изучал помехи в радиотелефонной связи. Используя направленную антенну, он заметил, что бумажные самописцы записывают повторяющийся сигнал неизвестного происхождения. Поскольку сигнал достигал максимума примерно каждые 24 часа, Янский сперва заподозрил, что источником помех было Солнце, пересекающее поле зрения его направленной антенны. Однако анализ показал, что этот период не был точно равен солнечным суткам (24 часа), а равнялся 23 часам и 56 минутам. Янский обсудил загадочное явление со своим другом, астрофизиком Альбертом Мелвином Скелеттом, который заметил, что время между сигнальными пиками – это точная длина звездных суток¹³, а значит, источник следовало искать среди «неподвижных» астрономических объектов – звезд, туманностей, галактик. Сравнивая свои наблюдения с оптическими астрономическими картами, Янский в конце концов пришел к выводу, что сигнал достигает пика, когда его антенна направлена на центральную часть Млечного Пути в созвездии Стрелец.

Карл Янский использовал рамочную антенну с очень широкой диаграммой направленности – около 30 градусов. Он не мог составить подробную карту радионеба, да и в целом результаты его исследований в то время не привлекли внимания ни астрономов, ни радиоинженеров. В 1938 году он прекратил исследования, связанные с космическим радиоизлучением, и продолжал заниматься изучением радиопомех и распространения радиоволн в земной атмосфере, а также разработкой микроволновой радиоаппаратуры. Но идею подхватил другой американский радиоинженер и любитель астрономии – Гроут Ребер.

Открытие Янского заинтересовало его настолько, что он попытался устроиться на работу в компанию «Белл», где тот работал. Но дело было во время Великой депрессии, и свободных рабочих мест в компании не было.

¹³ О звездных и солнечных сутках см. главу «Общие рекомендации начинающему наблюдателю» параграф «Изменение вида звездного неба в зависимости от места, времени суток и года».



Карл Янский

Летом 1937 года Ребер начал сооружение собственного радиотелескопа на заднем дворе в Уэтоне (штат Иллинойс). Радиотелескоп Ребера был значительно более совершенен технически, чем у Янского. Его параболическая антенна была сделана из листового металла и имела в диаметре 9 метров, фокусируя сигнал на приемнике, укрепленном в 8 метрах над «тарелкой». Это сооружение было установлено на меридианной монтировке, то есть могло поворачиваться только вверх или вниз, следовательно, чтобы поймать тот или иной участок неба, нужно было ждать, когда вращение Земли «подведет» его в область, доступную телескопу. Строительство было завершено в сентябре 1937 года.

Первый приемник Ребера работал на частоте 3300 МГц и не смог обнаружить сигналы из космоса, как и его второй, работающий на частоте 900 МГц. Наконец, в 1938 году, третья попытка на частоте 160 МГц оказалась успешной, подтвердив открытие Янского. В 1940 году у Ребера вышла первая профессиональная публикация в астрофизическом журнале. В дальнейшем он направил свое внимание на создание радиочастотной карты неба, которую завершил в 1941 году и продолжил в 1943 году. В это время он опубликовал результаты своей работы (значительные по объему). Они послужили одной из причин «взрыва» развития радиоастрономии сразу после Второй мировой войны. (Второй причиной стало общее повышение технического уровня радиолокационных систем в условиях военного времени.) Опубликованные Ребером контурные карты, показывающие яркость неба в радиодиапазоне, впервые выявили существование радиоисточников, таких как Лебедь А и Кассиопея А.

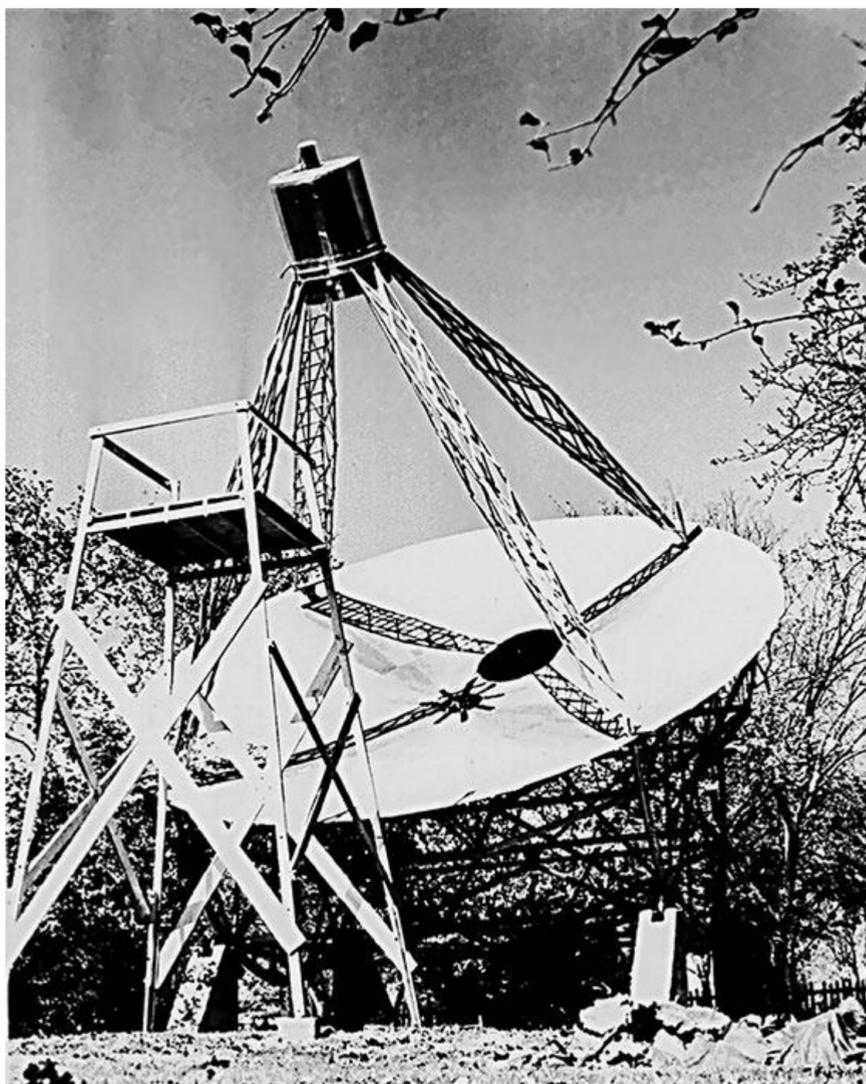


Гроут Ребер

Своими открытиями Янский и Ребер вывели астрономию на новый уровень развития. Радиодиапазон электромагнитного спектра огромен по сравнению с оптическим. Те космические объекты, которые мы наблюдаем в оптическом диапазоне – Солнце, звезды, планеты, галактики, туманности – излучают и радиоволны. Широта спектра радиодиапазона дает широкие возможности наблюдения и изучения этих объектов космоса в разных спектральных линиях. На разных частотах радиодиапазона может быть получена совершенно разная, очень ценная информация о физических процессах, происходящих в данном объекте.

Радиоволны хорошо проникают сквозь межзвездную среду, космическую пыль и поэтому приходят к нам из таких районов космоса, откуда видимый свет дойти не может. Благодаря этому радиотелескопы позволили астрономам заглянуть в самые потаенные уголки Вселенной, недоступные оптическим телескопам.

Кроме того, источниками космического радиоизлучения, как правило, бывают объекты, где происходят активные физические процессы. Именно они представляют наибольший интерес для изучения строения и развития материи во Вселенной. Не случайно с помощью радиоастрономии удалось обнаружить множество неизвестных прежде космических объектов, в том числе источники чудовищных энергий – квазары и сверхплотные нейтронные звезды – пульсары.



Радиотелескоп Ребера

Еще одно преимущество радиоастрономии: при наблюдениях в диапазоне длин волн от 30 м до 1 см погода и атмосфера практически не влияет на прохождение радиосигнала. Наблюдения можно проводить в любое время суток. Разрешающая способность наземных оптических телескопов ограничена турбулентностью атмосферы и составляет немногим более 1 угл. сек. Радиотелескоп, работающий в режиме радиоинтерферометра со сверхдлинной базой, то есть входящий в систему, отдельные телескопы которой разделены расстояниями до сотен тысяч км (если радиотелескоп установлен на космическом аппарате), может иметь разрешение 0,0001 угл. сек.

Также большая широта спектра радиодиапазона увеличивает вероятность принять сигнал от инопланетных цивилизаций – поиском подобных сигналов, в частности, занимаются в радиоастрономических обсерваториях, в том числе и в любительских по программе SETI.

Глава IV Несущие науку людям

С середины XIX века начинается расцвет научно-популярной литературы. Великие просветители – Вольтер, Дидро, Руссо – жили веком ранее, но то, что происходило, было непосредственным результатом их работы. Книги и научные знания становятся доступны самым широким слоям населения. Появляются люди, считающие главным делом своей жизни распространение и популяризацию научных знаний. Немало среди них и популяризаторов астрономии. Вспомним несколько имен, которые, помимо всего прочего, интересны еще и тем, что тоже могут считаться астрономами-любителями.



Камиль Фламмарион

1. Влюбленный в поэзию неба: Камиль Фламмарион

С раннего детства он был влюблен в небо. Два раза мальчику удалось увидеть солнечные затмения. После второго из них (ему было тогда 9 лет) он обратился за разъяснениями к учителю и, получив от того достаточно сложную для своего возраста книгу по космографии (так тогда называлась научная и учебная дисциплина, изучающая устройство Вселенной в целом), переписал ее с первой страницы до последней, чтобы хоть что-то запомнить и понять!

Упорство и тяга к знаниям не покидали его и позднее. В 14 лет, вынужденный начать самостоятельно зарабатывать на жизнь, Камиль продолжает заниматься самообразованием, учится живописи, штудирует алгебру и геометрию, урывает из скромного пайка деньги на книги... В 16 лет он едва не умер от переутомления и недоедания. Вызванный к постели больного врач заметил на столе огромную (объемом 500 страниц) рукопись астрономического содержания. Это перевернуло дальнейшую судьбу юноши. Благодаря своим связям доктор помог ему устроиться на работу в Парижскую обсерваторию.

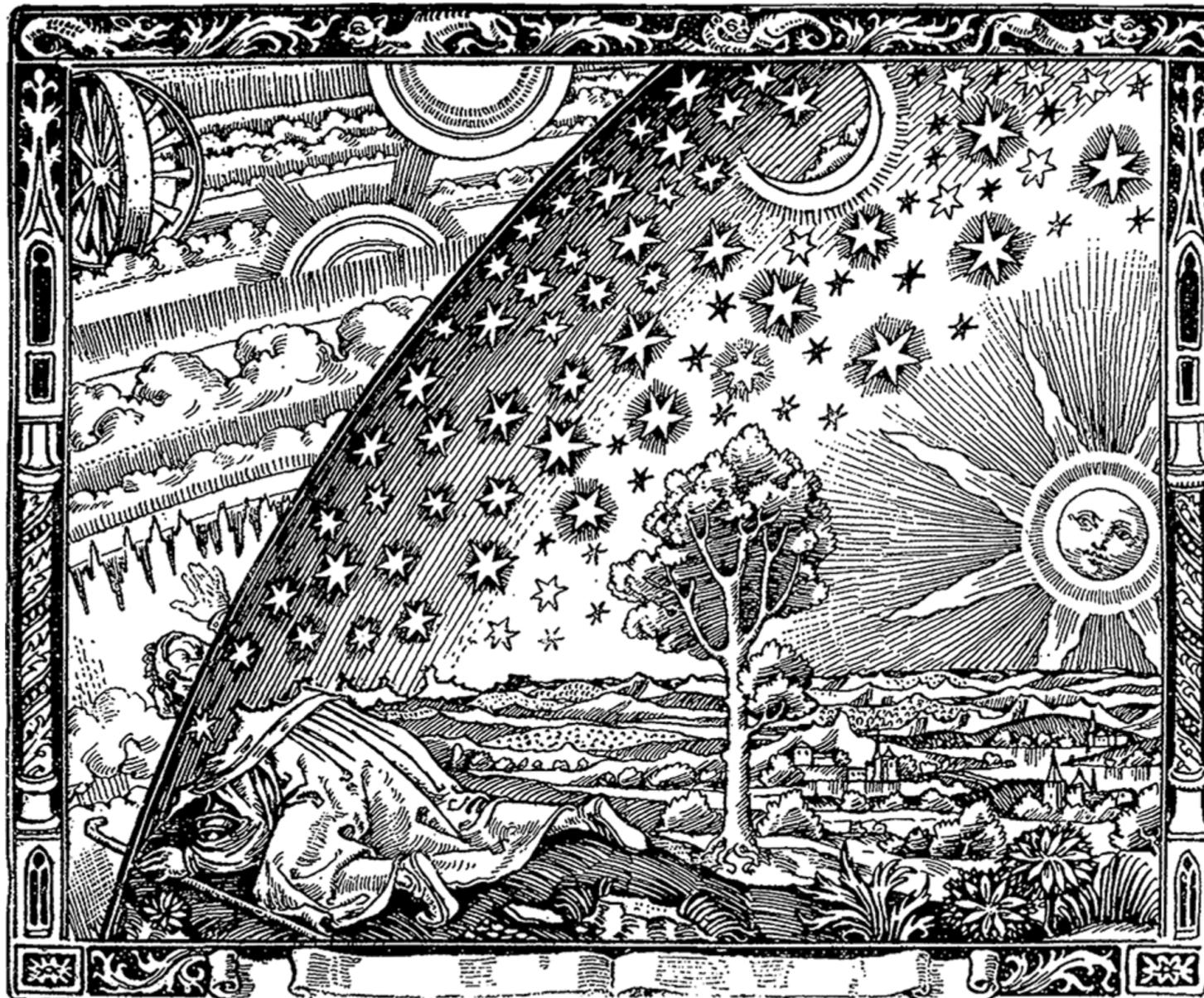


Иллюстрация из книги Фламариона: представление древних людей о небе

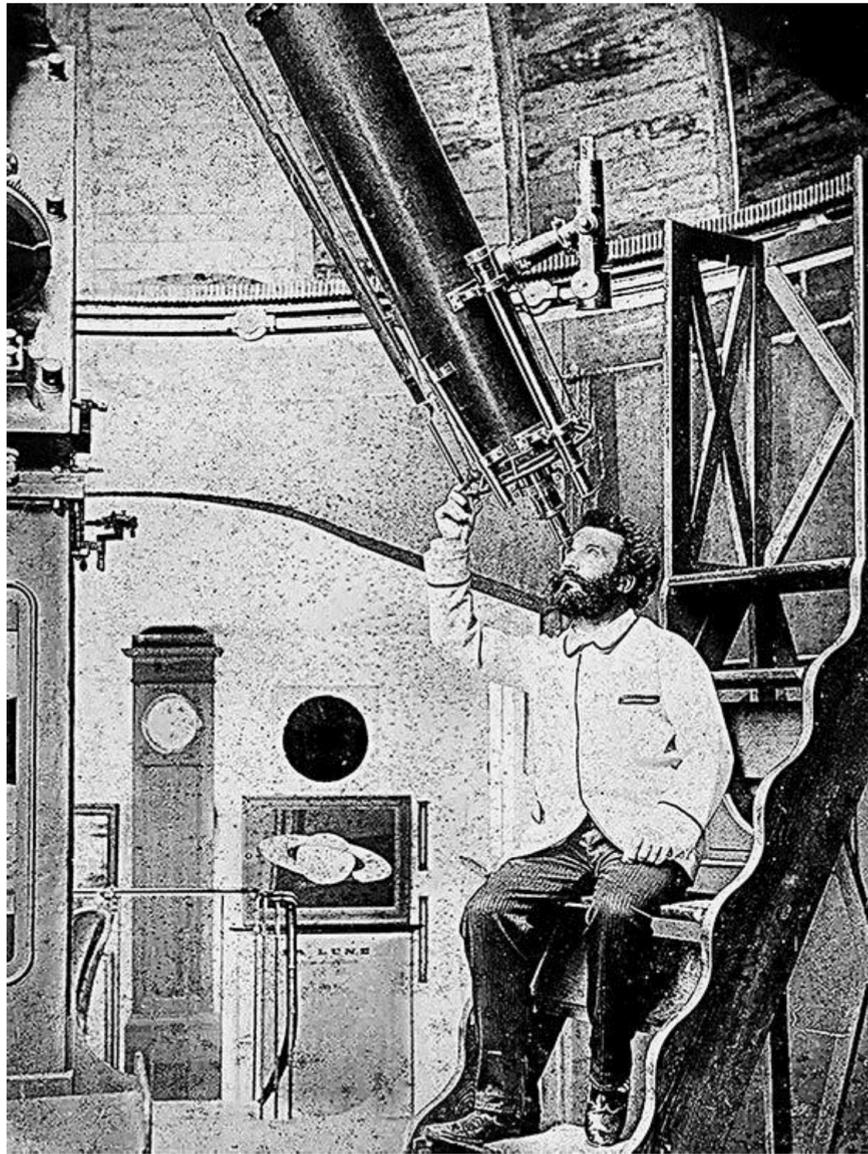
Однако совсем скоро 20-летний астроном-вычислитель вынужден был покинуть обсерваторию. Ее директору (знаменитому Урбену Леверье, открывателю планеты Нептун) не понравилось то, что юный сотрудник опубликовал популярную книгу «Множественность обитаемых миров», вызвавшую огромный интерес в обществе и снискавшую похвалы таких корифеев литературы, как Ш. О. Сент-Бёв и Виктор Гюго. Леверье вынес ультиматум: или работа, или несерьезная писанина... Уязвленный в своей гордости, Фламарион предпочел оставить обсерваторию. Однако перед ним открывалось безграничное поле деятельности. Газеты и журналы с радостью брали его статьи. Издатели с удовольствием печатали все новые его книги. И этот спрос был вполне заслужен.



Обсерватория в Жювизи.



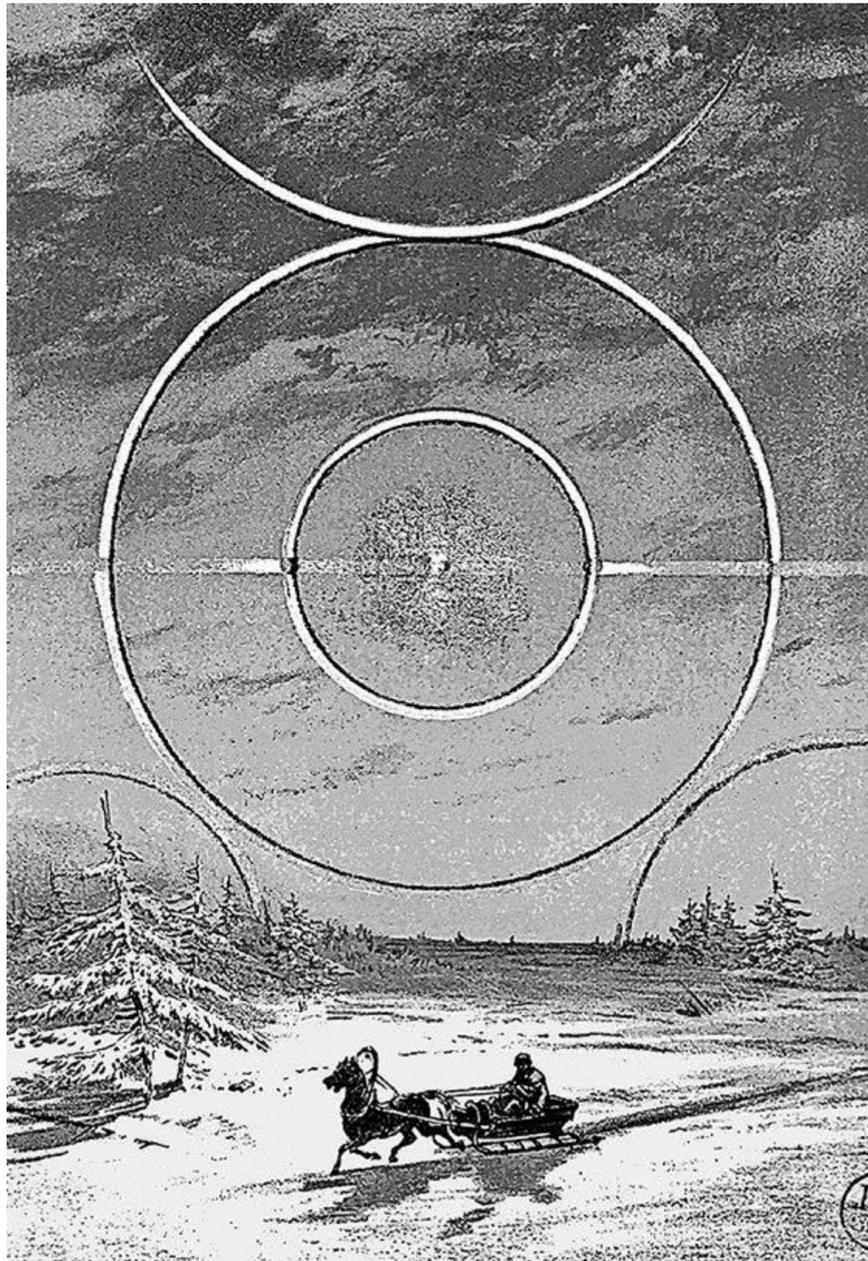
Главный телескоп обсерватории



Камиль Фламмарион у телескопа

Именно во второй половине XIX в. общество было готово так глубоко принять и так горячо откликнуться на эти книги. Грамотность стала обычным явлением; книги были доступны и простому ремесленнику, и аристократу. Фламмарион очень доходчиво объясняет суть астрономических явлений – его книги понятны и занимательны. Но это вовсе не «упрощение» науки. Фламмарион прежде всего стремился приобщить читателей к высоким духовным идеалам, нравственным ценностям через то наслаждение, которое дает исследование природы. С каждой страницы его книг звучит неподдельное восхищение и преклонение перед красотой и величием Космоса. Фламмарион не был атеистом, и важную роль в видении природы для него играло и религиозно-мистическое чувство.

Он был философом-романтиком. Он не понимал и не принимал войн и революций, говоря, что те средства и силы, что ежедневно тратят люди на уничтожение друг друга, можно было бы употребить на постижение тайн прекрасной Вселенной, окружающей нас... Наивность? Возможно. Но не стоит пренебрежительно относиться к трудам Фламмариона из-за этого. Именно искренняя вера автора в свои идеалы вдохновляла читателей и зажигала в их сердцах любовь к астрономии.



Явление гало. Иллюстрация из книги Камиля Фламариона

При этом Фламарион никогда не прекращал собственных научных изысканий и наблюдений: занимался наблюдениями у себя дома, используя небольшой телескоп, а позже вернулся в Парижскую обсерваторию (С триумфом! Ведь его пригласил сам Леверье – через 14 лет после того «изгнания».) В дальнейшем судьба в лице одного богатого почитателя его таланта преподнесла ему роскошный подарок – старинный двухэтажный особняк в маленьком городке Жювизи. «Небесная вилла», как с тех пор окрестили дом, стала местом проживания и работы ученого. Там же была оборудована и обсерватория.

Рассмотрим для примера две книги Фламариона: «Популярную астрономию» и дополнение к ней – «Звездное небо и его чудеса». Первая книга – обзор астрономических знаний своего времени, вторая – руководство для самостоятельных наблюдений. Что бросается в глаза прежде всего? Живой образный язык, многочисленные иллюстрации. При этом автор не забывает, что книга может попасть в руки любому человеку – и образованному аристократу, и осведомленному ремесленнику. Отсюда – чересчур тщательное (с современной точки зрения) «разжевывание» всех терминов и описаний.

Да, в наше время по этим книгам можно ясно увидеть, как далеко вперед ушла наука за последние 100 лет. Приведу лишь один пример: говоря о Туманности Андромеды, Фламарион высказывает предположение, что это – зарождающаяся планетная система, газовое облако, из которого должна появиться звезда и ее планеты. В действительности эта галактика состоит из сотен миллиардов звезд, и во времена Фламариона наука не имела ни возможности определить расстояние до нее, ни инструментов, способных разрешить ее на отдельные звезды. Более того, как мы видим, наука даже не могла предположить существования таких объектов.

А рассуждения о возможных разумных жителях других планет Солнечной системы, о марсианах и их системе ирригационных сооружений вызывают сейчас только улыбку... Но что делать – было и такое заблуждение в то время. Знаменитые марсианские «каналы», которые якобы видел итальянский астроном Джованни Скиапарелли, будоражили в те времена тысячи и тысячи умов. Позднее фотографические наблюдения с крупных инструментов не подтвердили их наличия. В конце концов стало ясно, что каналы – иллюзия, порожденная человеческим зрением. Есть даже предположение, что иллюзию каналов создавало «отражение» сосудов сетчатки и глазного дна. Тем не менее, труды ученых, изучавших Марс в поисках наличия на нем жизни, не пропали даром.



Интерес самого Фламариона к «Красной планете» привел к созданию им грандиозного собрания всех, начиная с XVII века, известных науке наблюдений Марса. Этот труд оказался важным и ценным независимо от наличия или отсутствия на Марсе каналов. Много сделал Фламарион и для изучения двойных звезд, солнечной активности, солнечно-земных связей. Интересовала его и метеорология. Но главным его призванием оставалась популяризация науки, возведенная в ранг высокой миссии. Он не только пишет книги и статьи, но и выступает с публичными лекциями, готовит ежемесячные обзоры звездного неба с указанием расположения планет. Фламарион стоял у истоков Французского астрономического общества и журнала «Астрономия» («L'Astronomie»). Оба его детища существуют и по сей день.

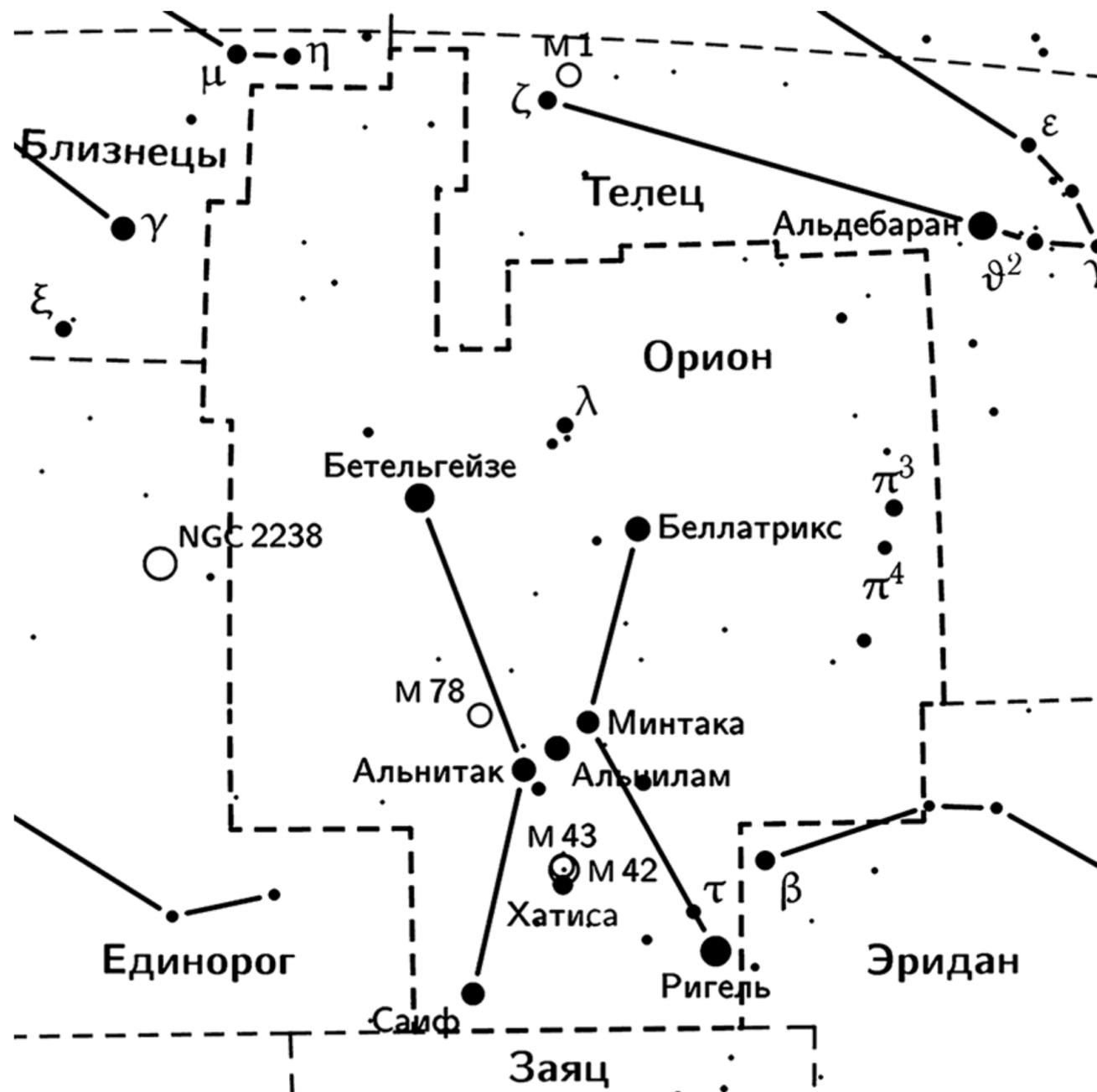
Огромное влияние оказал Фламарион и его деятельность на развитие любительской и профессиональной астрономии в других странах. Астрономические общества возникали повсюду и часто носили имя французского астронома. За период с 1881 по 1911 г. их возникло по всему миру около трех десятков. В России таким откликом стало создание Нижегородского кружка любителей физики и астрономии (1888), формирование в 1890 г. профессионального Русского астрономического общества, а затем Московского общества любителей астрономии (1908). Необычайно широкую популярность и облагораживающее влияние Фламариона в России – не только в кругах интеллигенции, но и среди неграмотных крестьян – ярко отобразил в своем выступлении о нем в 1926 г. один из создателей Нижегородского кружка любителей физики и астрономии С. В. Щербаков.

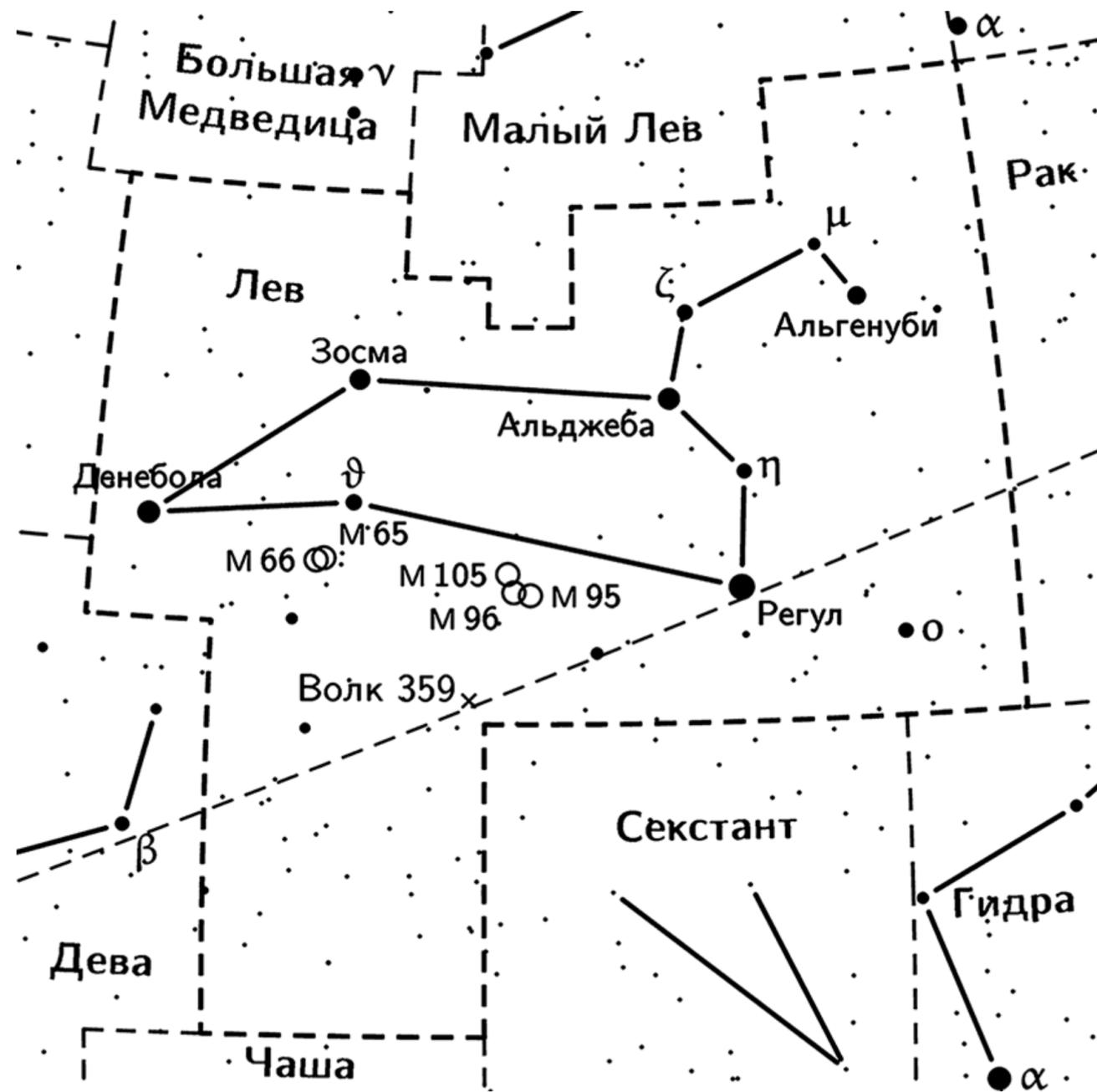
Книги Фламариона привели в науку многих русских и советских ученых, которые сами стали талантливыми популяризаторами. Его книгами в детстве зачитывался Б. А. Воронцов-Вельяминов, автор «Очерков о вселенной» (а также школьного учебника астрономии). В конце 30-х гг. Борис Александрович подготовил к изданию любимую книгу своего детства – «Популярную астрономию» Фламариона – переработав и дополнив ее в соответствии с развитием науки. Правда, книга «доработана» и с точки зрения идеологии – были исключены все религиозно-философские рассуждения, в результате чего книга потеряла в объеме почти половину. Многие перенял у Фламариона и еще один замечательный советский популяризатор астрономии – Феликс Юрьевич Зигель.

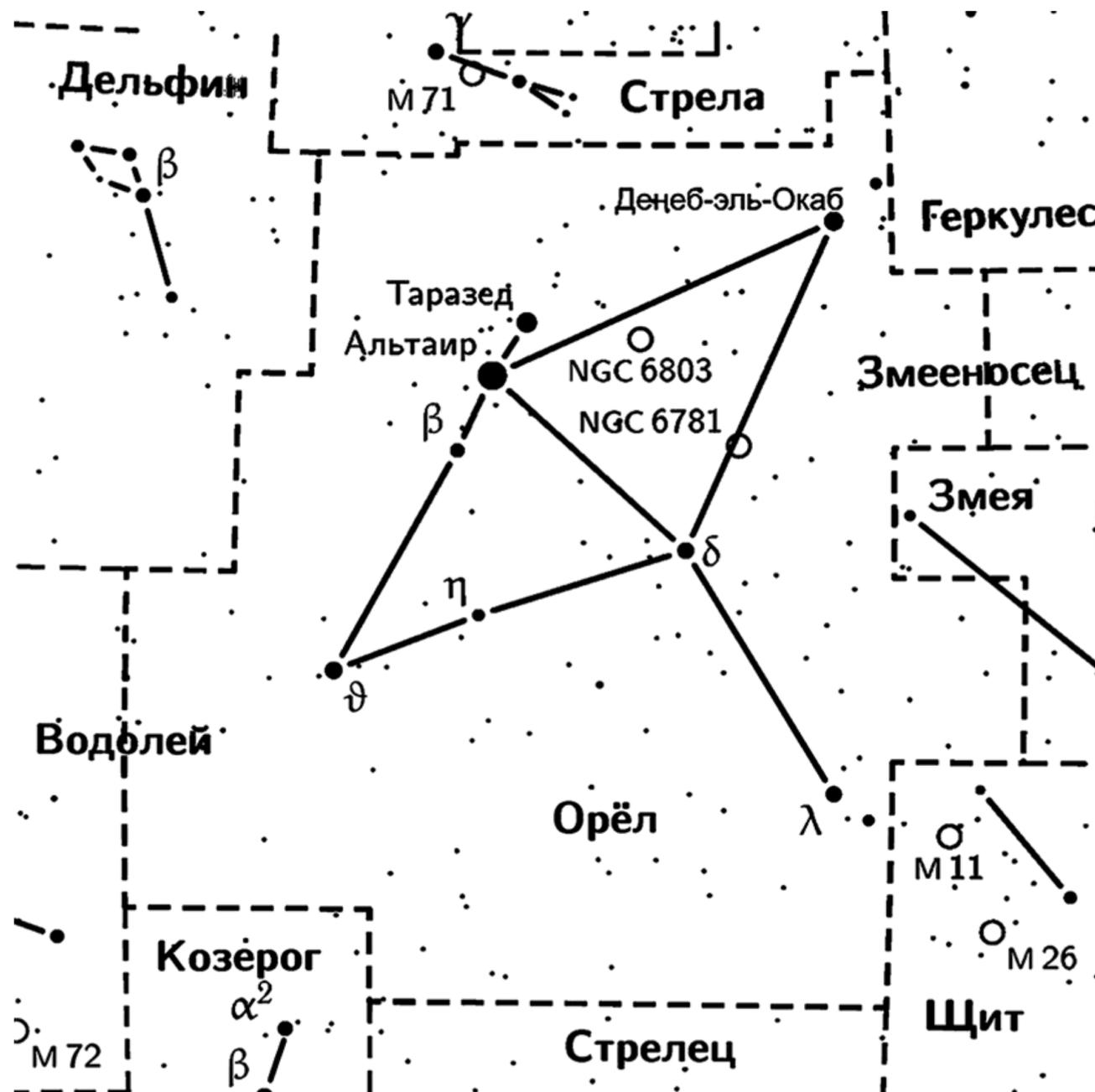
2. Телескопы – на тротуары! Джон Добсон^[14]

В XX веке любительская астрономия как общественное явление развивается и крепнет. Возникают многочисленные кружки любителей науки, появляются специализированные общества наблюдателей переменных звезд, других явлений. Больше выпускается телескопов, которые доступны по цене любителям, многие из них строят инструменты сами... И, конечно же, любители астрономии тоже несут своеобразную просветительскую миссию, рассказывая о своем увлечении и показывая друзьям и знакомым небесные объекты. Заслуживает особого упоминания Джон Добсон – человек, который сделал много и для любительского телескопостроения, и для любительского астрономического движения.

Он известен в первую очередь как изобретатель оригинальной конструкции телескопа, простой и доступной для изготовления в домашних условиях.







Монтировка Добсона состоит из двух частей: неподвижного основания и подвижной вилки. И то, и другое изготавливается из толстой фанеры или ДСП. В качестве подшипников используются фторопластовые бобышки, скользящие по тонкому листу металла. Труба телескопа на такой монтировке располагается низко, что очень удобно для установки на неё телескопа системы Ньютона, у которого окуляр находится в верхней части трубы. С другими типами телескопов используется крайне редко.

Монтировка получила популярность среди любителей астрономии благодаря простоте конструкции, доступности материалов и удобству использования. Для телескопов с объективом диаметром более 200–300 мм во многих случаях монтировка Добсона – единственный возможный вариант установки прибора. Телескоп Добсона может быть очень быстро наведен на любую точку неба, кроме того он не требует инструмента для сборки и разборки в полевых условиях.

Гораздо менее известно то, что Джон Добсон, будучи человеком весьма скромного достатка, сознательно отказался патентовать свое изобретение, которое быстро подхватили многие телескопостроительные компании во всем мире, воплотив в тысячи доступных по цене любительских телескопов. Но это – не единственный интересный факт биографии этого уникального человека...

Он родился в Пекине в 1915 году. Его дед был основателем Пекинского университета, отец преподавал зоологию в этом же университете, а мать была музыкантом. Из-за политической нестабильности в Китае Добсоны в 1927 году вынуждены были переехать в Сан-Франциско. В 1943 году Джон Добсон окончил Калифорнийский университет в Беркли, получив степень по химии и математике.

После окончания университета Добсон без труда нашел работу в радиационной лаборатории, занимавшейся оборонными заказами.

Однако проработав в ней около года, он решил круто изменить свою жизнь, уйдя в монастырь общества Веданта – часть крыла религиозного ордена Рамакришны. По-видимому, этот выбор был связан с его рождением на Востоке и с окружавшей его до 12-летнего возраста аурой восточной культуры.

Джон провел в монастыре 23 года. Но строгая и монотонная монастырская жизнь с самого начала плохо сочеталась с его желанием узнать как можно больше об устройстве Вселенной. Он был убежден, что постижение тайн Вселенной невозможно без непосредственного изучения ее устройства с помощью глаза. Вопрос «Почему мы видим то, что мы видим?» занимал Джона с юношеских лет.

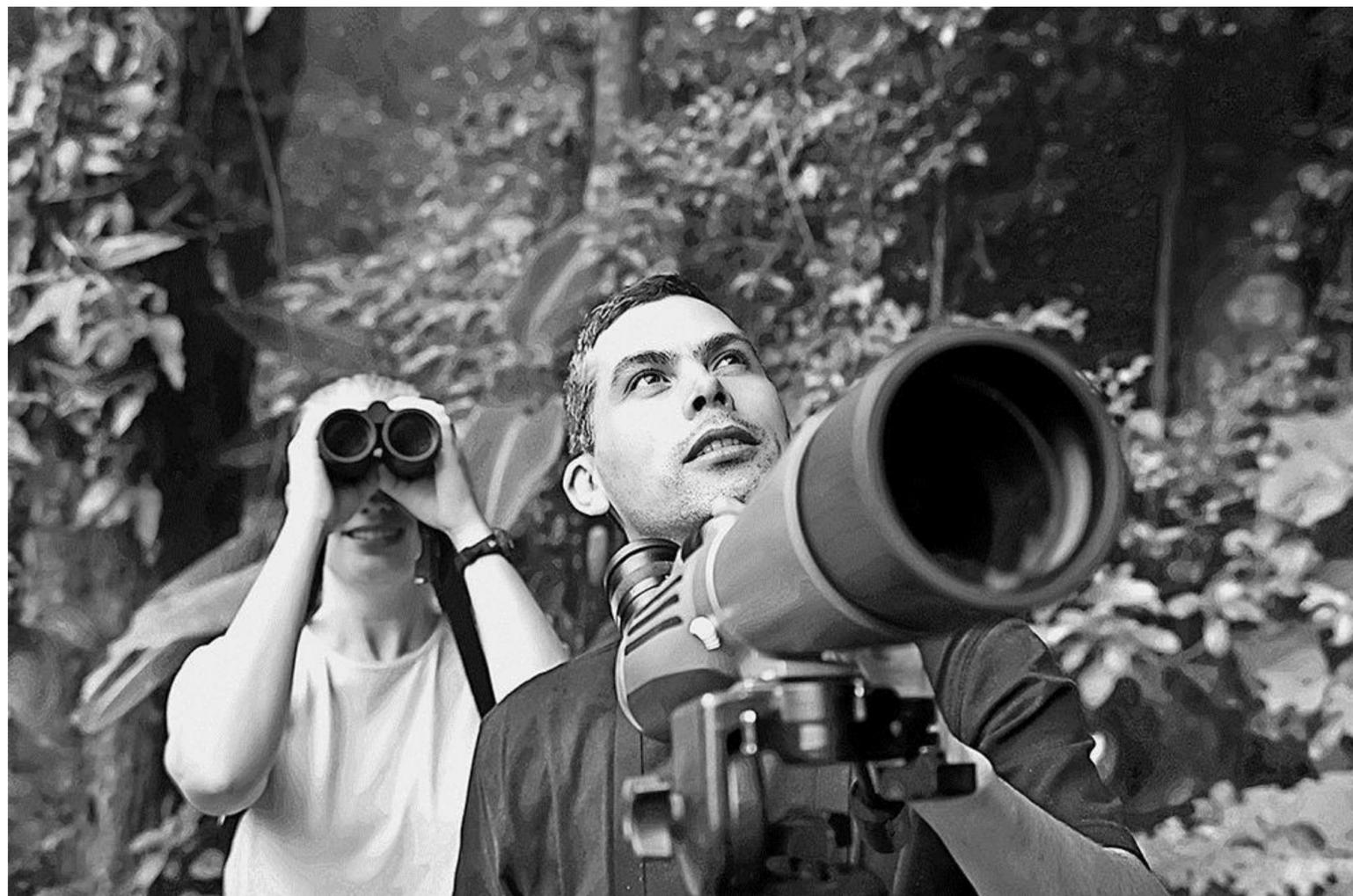
Одним из первых телескопов, созданных Добсоном, был рефлектор, зеркало которого было сделано из 30-см корабельного иллюминатора, лежавшего на кухонном столе у его товарища, который использовал его как подставку для кастрюль. Стекланный диск стал заготовкой для зеркала.



Телескопы на монтировке Добсона

Когда впервые этот телескоп был наведен на Луну, Джон был глубоко потрясен увиденным зрелищем. Его первые слова были: «Это должен увидеть каждый!» Он немедленно сформулировал для себя свой главный жизненный принцип на последующие 40 лет: «Если у тебя есть телескоп, поделись им с теми людьми, у которых его нет». Так начался долгий путь Джона Добсона как популяризатора науки.

Несмотря на строгости монастырской жизни, Добсон начал делать телескопы для других. Не имея средств на приобретение материалов, он пытался использовать для изготовления телескопов все, что попадалось под руку, — от катушек для намотки садовых поливочных шлангов до выброшенных обрезков фанеры и дерева. В качестве заготовок для зеркал использовались даже доньшки от разбитых стеклянных кувшинов!





Сделанные им телескопы регулярно выносили за территорию монастыря, и огромное количество людей со всей округи – взрослые и дети – приходили наблюдать в них небесные объекты. Один из 30-см телескопов устанавливался даже на крыше заброшенного вагона, и всем пассажирам железнодорожной станции предоставлялась возможность бесплатно взглянуть на звездное небо. Если Джон видел, что кто-то из детей, заглянувших в телескоп, проявлял после этого особый интерес, он предлагал его родителям взять телескоп на месяц домой и опять же совершенно бесплатно.

Постепенно деятельность Джона расширялась. К тому времени он изготовил уже пятнадцать 30-см и два 45-см телескопа. Тем не менее он должен был скрывать это от аббата, который считал невозможным сочетание монашеского статуса с частым отсутствием и ночной активностью. В конце концов, Джона поставили перед выбором: либо отказаться от изготовления телескопов, если он хочет остаться в монастыре, либо покинуть свою обитель. Он определенно хотел остаться, но в 1967 году все же был изгнан.

Добсон решает посвятить остаток своей жизни служению обществу.

При поддержке своих многочисленных знакомых он начинает выставлять самодельные телескопы во многих людных местах Сан-Франциско. Многие тысячи прохожих совершенно бесплатно – и это один из основных принципов, сохранившихся по сей день – могли наблюдать в эти телескопы и получать подробные комментарии об увиденном.

В 1968 году вместе со своими друзьями Джон создает организацию San Francisco Sidewalk Astronomers, что переводится с английского как «Тротуарные астрономы Сан-Франциско». Единственной целью этого неформального клуба было проведение демонстрационных наблюдений в телескопы для всех желающих. В 1970 году для общественных демонстраций был построен портативный 60-см телескоп, который регулярно устанавливался в самых посещаемых местах отдыха жителей города.

В конце 60-х годов клубу подарили старенький школьный автобус, который служил и спальней, и местом для хранения телескопов, ну и, конечно же, – передвижной обсерваторией. Через 8 лет верной службы этот автобус окончательно развалился во время одного из астрономических фестивалей, но, к счастью, растущая слава и репутация организации Добсона привели к тому, что один из благотворительных фондов приобрел для них самый современный «дом на колесах».

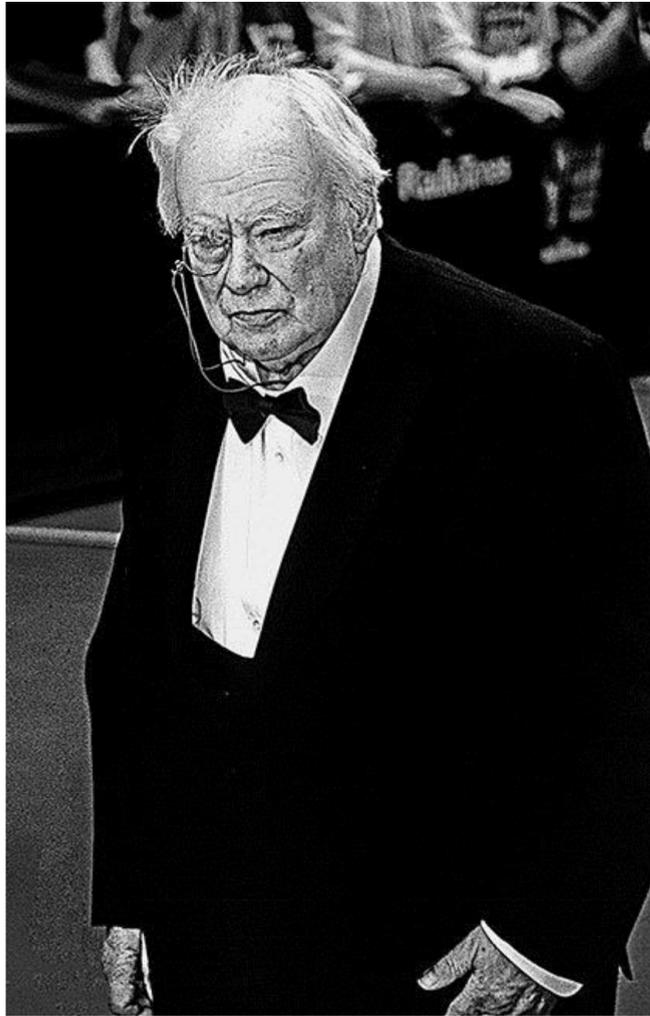
Отделения организации разбросаны теперь по всему миру, включая Россию (Иркутск, Красноярск, Омск, Томск) и Украину (Харьков, Днепропетровск (ныне Днепр)). Основными целями ассоциации и по сей день являются: 1) дать людям шанс своими глазами увидеть небесные объекты в телескоп и 2) объяснить им увиденное. Астрономы-любители, не связанные с организацией, но воодушевленные её примером, также выходят со своими телескопами на улицу и показывают прохожим звезды, Луну, планеты.

Джон Добсон умер в 2014 году в возрасте 98 лет. До последних лет он вел необычайно активный образ жизни, постоянно разъезжая по всей стране с лекциями, привлекая к своей деятельности все новых и новых сторонников.

Считать Добсона только телескопостроителем, тротуарным астрономом или философом неверно. Он – уникальная смесь всех этих вещей. «Причина, по которой я помогаю людям строить телескопы», – говорил Добсон, – заставить их видеть. Ведь если люди не видят Вселенной, они не будут удивляться ее красоте, а если они не удивляются этому, значит они мертвы. Телескопы для меня – не самоцель, а всего лишь средство пробудить в людях чувство удивления».

3. О ночном небе – с экрана: Патрик Мур

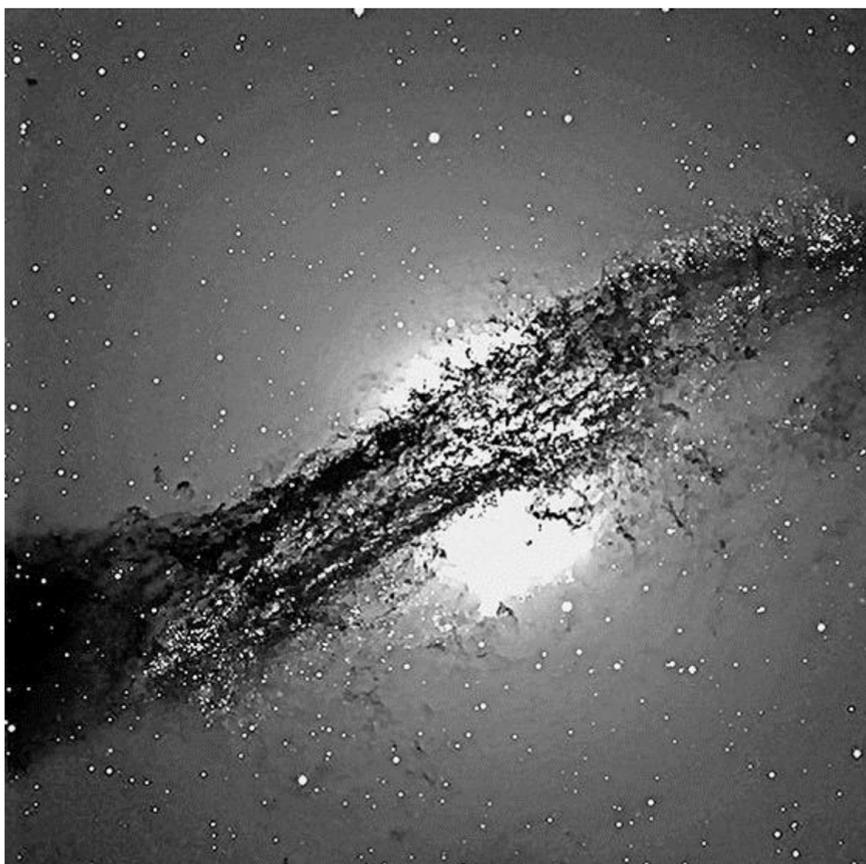
Научно-технический прогресс, который не стоял на месте, делал свое дело. Появилось кино, радио, затем – телевидение... Все эти изобретения так или иначе становились на службу там, где требовалась широкая пропаганда. Это касалось не только политики или общественных вопросов, но и популяризации науки. В области астрономии одним из первых это начал делать известный британский телеведущий и астроном Патрик Мур (полностью – Альфред Патрик Колдуэлл-Мур).



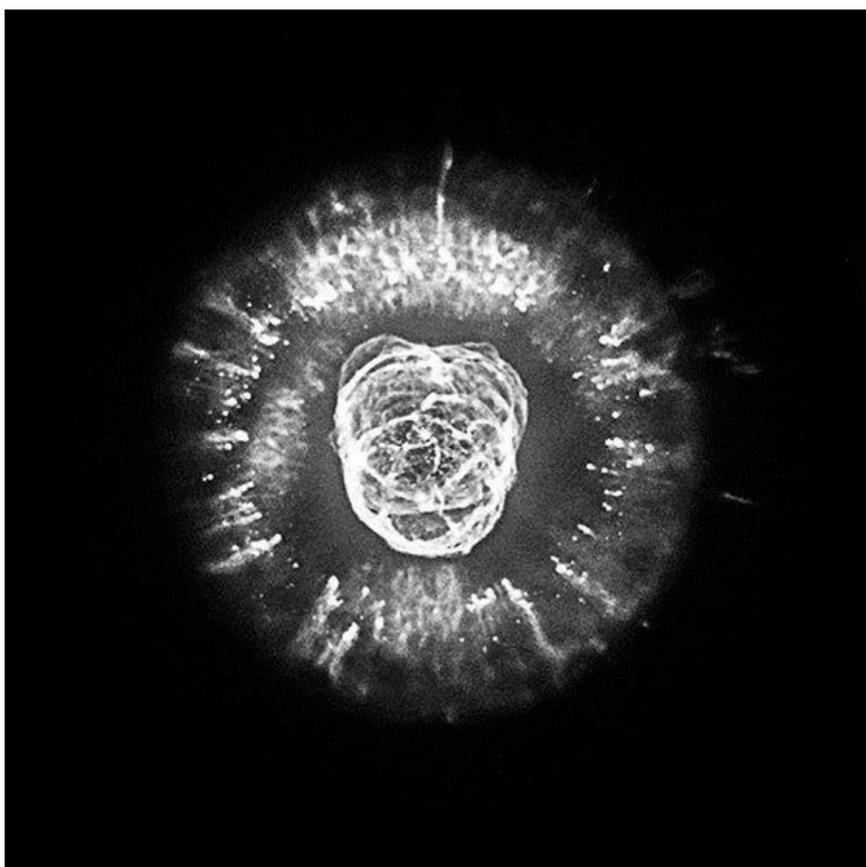
Патрик Мур

Он родился в 1923 году. Астрономией увлекался и серьезно занимался с детства. Особенное внимание он уделял наблюдениям Луны. Им была посвящена его первая книга – «Путеводитель по Луне» – вышедшая в 1953 году. Впоследствии он выпустил еще более 70 книг – как научно-популярных, так и художественных.

Луна была его увлечением на протяжении всей жизни. Он проявил особый интерес к той небольшой части обратной стороны нашей соседки, которая видна с Земли в результате либраций^[15]. Он утверждал, что в 1946 году вместе с Хью Перси Уилкинсом обнаружил на краю лунного диска Море Восточное (Mare Orientale) и дал ему это название, хотя позже признал, что немецкому астроному Юлиусу Генриху Францу следует отдать первенство (он описал море в 1906 г.). В 1968 году Мур описал недолговечные светлые области на лунной поверхности и дал им название кратковременных лунных явлений.



Галактика Кентавр А (C77, NGC 5128)



Туманность Эскимос (C39, NGC 2392)



Туманность Розетка (C49, NGC 2237)

Подробные описания замеченного, составленные им карты лунной поверхности и снимки сделали Мура экспертом в области лунной астрономии.

Еще одно «детище» Мура – так называемый каталог Колдуэлла (назван по другой части его двойной фамилии). Это список из 109 звездных скоплений, туманностей и галактик – своеобразное дополнение к знаменитому каталогу Мессье, популярному у любителей астрономии. В него входят объекты, отсутствующие в каталоге Мессье, но такие же интересные и достаточно яркие. Мур использовал свою вторую фамилию, поскольку первая буква «М» уже использовалась для каталога Мессье. Записи в каталоге обозначаются буквой «С» и номером каталога (от 1 до 109).

С 1957 года Патрик Мур – ведущий телевизионной передачи «Ночное небо» (The Sky at Night) на канале BBC. Это ежемесячная документальная программа об астрономии. Первый выпуск вышел в эфир 24 апреля 1957 года в 22:30 и был посвящен комете Аренда-Роланда.

Тематика передачи охватывает широкий спектр общих астрономических и связанных с космосом тем, таких как звездная эволюция, радиоастрономия, искусственные спутники, черные дыры, нейтронные звезды и многое другое. Программа также освещает текущие астрономические события и явления, которые происходят на ночном небе в дни выхода передачи в эфир, особенно когда присутствует что-то достаточно редкое, такое как комета или метеорный поток.

Многие выпуски, особенно в первые годы, шли в прямом эфире. Изюминкой передачи в 1959 году стало то, что СССР разрешил Муру быть первым человеком на Западе, который увидел фотоснимки обратной стороны Луны, полученные советским зондом «Луна-3», и показал их в прямом эфире. Его пригласили посетить Советский Союз, где он встретился с Юрием Гагариным.

Программа с участием Патрика Мура выходила в течение 55 лет до 7 января 2013 года (последний выпуск вышел в эфир после смерти Мура). С 2004 года он вел ее из своего дома, так как болезнь мешала ему приходить в студию. «Ночное небо» вошла в Книгу рекордов Гиннеса как самая долго существующая телепередача с одним и тем же ведущим.

В 1959 году, при анализе результатов полёта зонда «Луна-3» и расшифровке сделанных им фотографий, советские астрономы использовали составленные Муром карты лунной поверхности. Мур также участвовал в подготовке лунной миссии американской космической программы Аполлон с тем, чтобы выбрать наиболее удачное место для высадки астронавтов. В 1965–1968 годах Патрик Мур был директором планетария в ирландском городе Арма.

Другой страстью Мура, сразу после астрономии, была музыка. Он играл на фортепиано и ксилофоне; рассказывают, что на одном из любительских концертов Мур игрой на фортепиано сопровождал скрипичную игру Альберта Эйнштейна. На протяжении многих лет Патрик был другом Брайана Мэя, гитариста группы Queen и одновременно – ученого-астрофизика. В соавторстве с ним и Крисом Линтоттом были написаны книги «Большой взрыв! Полная история Вселенной» и «Космический турист».

Из-за своей долгой телевизионной карьеры и эксцентричного поведения Мур был широко известен и стал популярным общественным деятелем. Его приглашали сниматься и в других шоу, и даже в фильмах и телесериалах в роли самого себя. В 1976 году его популярность была использована для первоапрельского розыгрыша на BBC Radio 2, когда Мур объявил о чрезвычайно редком астрономическом событии, которое якобы привело к тому, что если бы слушатели могли подпрыгнуть на месте в этот момент, то они могли бы испытать ощущение невесомости. BBC получила много телефонных звонков от слушателей, утверждающих, что они испытали «это сенсационное ощущение».

В 2001 году королевой Великобритании Елизаветой II Патрик Мур был посвящён в рыцари. Он был почётным членом Королевского научного общества, членом Королевского астрономического общества, президентом Британской астрономической ассоциации, соучредителем и президентом Общества популярной астрономии... Все эти звания, несомненно, принадлежат ему по праву.

Глава V

Любительские наблюдения и исследования 1. Общие рекомендации начинающему наблюдателю Знакомство со звездным небом Световое загрязнение

Итак, какие же возможности есть у любителя астрономии в наши дни?

Прежде всего, как и у древних греков, римлян и арабов, у них над головой раскинулся величественный купол небес. Правда, звезды на нем все труднее наблюдать из-за уличного освещения. В городах зачастую доступны глазу лишь самые яркие звезды и планеты, ну и, конечно, Солнце с Луной.

Из-за светового загрязнения сегодня 60 % жителей Европы и почти 80 % жителей Северной Америки не могут видеть светящуюся полосу Млечного Пути – проекцию на небе диска нашей Галактики.

Когда в 1994 году из-за землетрясения в Лос-Анджелесе отключилось электричество, в полицию полетели массовые сообщения о том, что над городом появилось какое-то странное «гигантское серебристое облако». Оказалось, что это был Млечный Путь, который уже давно исчез с ярко-серого ночного неба мегаполиса...



Шкала светового загрязнения неба

Однако на территории России еще есть места, где можно увидеть и Млечный Путь, и звезды 6 величины. В целом же, для проведения наблюдений нужно стараться отъехать хотя бы на 20–30 км от города.

Небесная сфера и карты звездного неба

Небо кажется нам огромным куполом, а точнее сферой. В древности, как мы знаем, считалось, что это реальная прозрачная твердая сфера (или несколько сфер), а современные астрономы все еще употребляют понятие «небесная сфера», подразумевая под этим воображаемую сферу, на которую проецируются все видимые светила.

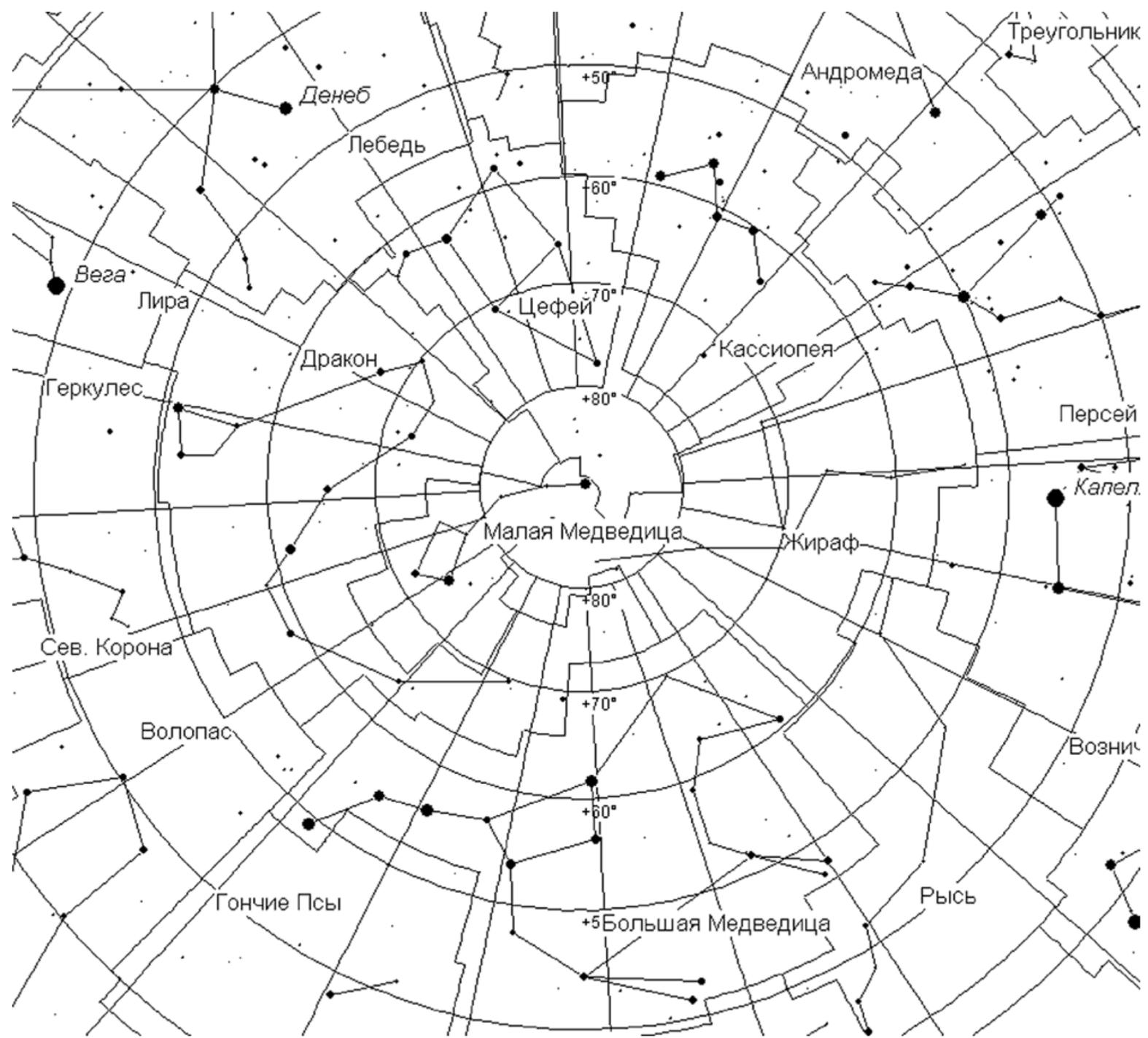
Интересный факт: выражение «с седьмое небо» связано как раз с представлениями астрономов, использующих геоцентрическую систему мира.

Со времен древних греков в науке принято деление неба на созвездия. В настоящее время решением Международного астрономического союза небо разделено на 89 участков, носящих имена 88 созвездий (два участка, принадлежащих созвездию Змея, разделены созвездием Змеиносец). Чуть больше половины из них известны со времен античности и носят в основном мифологические названия. Остальные появились в XVI–XIX вв. Какие-то из созвездий содержат заметные рисунки, образованные яркими звездами, в других неопытный наблюдатель вообще может не разглядеть ни одной звезды. Но созвездия покрывают собой всю площадь неба: нет ни одного, даже самого маленького участка на нем, который не входил бы в какое-то созвездие.

Для наблюдений любителю астрономии необходимы карты звездного неба. Они бывают разных типов. На некоторых из них показаны линии, соединяющие яркие звезды созвездий. Такие карты призваны помочь начинающему любителю лучше ориентироваться на небе. Другие карты не содержат этих линий, но на них нанесены границы созвездий (то есть участки небесной сферы, которые они занимают), а также небесные координаты. На них могут быть обозначены звезды, которые тусклее тех, что видны невооруженным глазом, а также туманности, галактики и звездные скопления. Такие карты предназначены для наблюдений с помощью телескопа или другого оптического прибора.

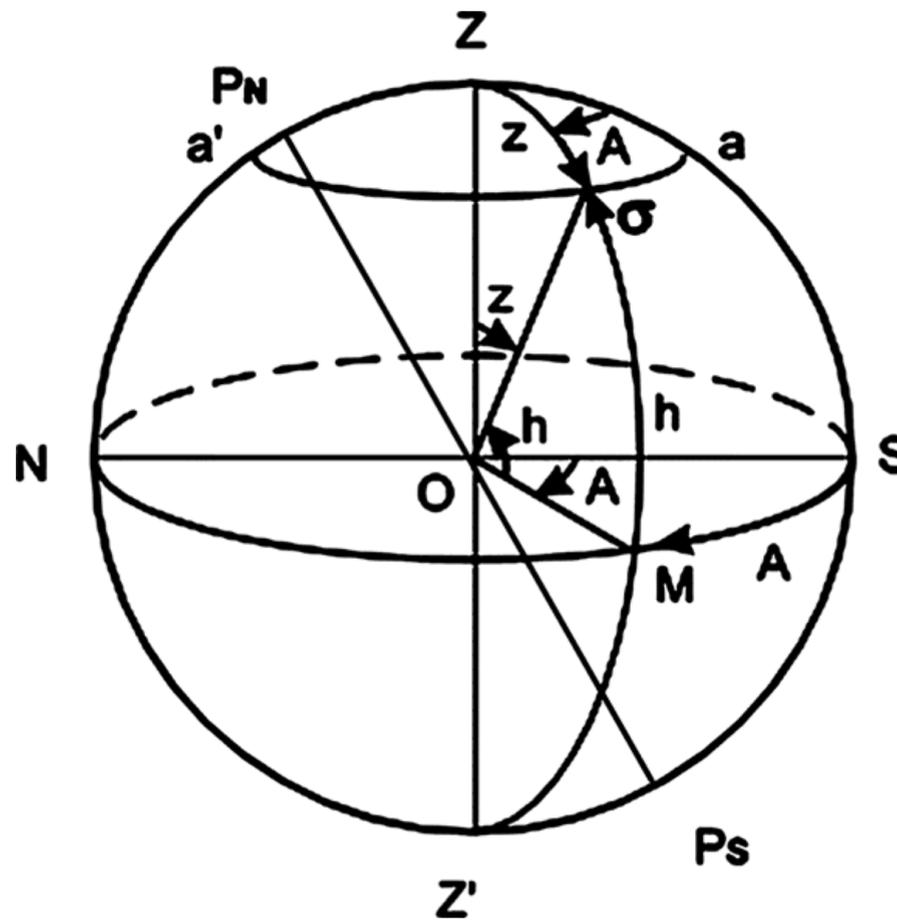
Небесные координаты

Чтобы отыскать на карте, а затем на небе нужную нам звезду или другой объект и навести на него телескоп, необходимо знать систему небесных координат. Существуют две системы небесных координат: горизонтальная и экваториальная.



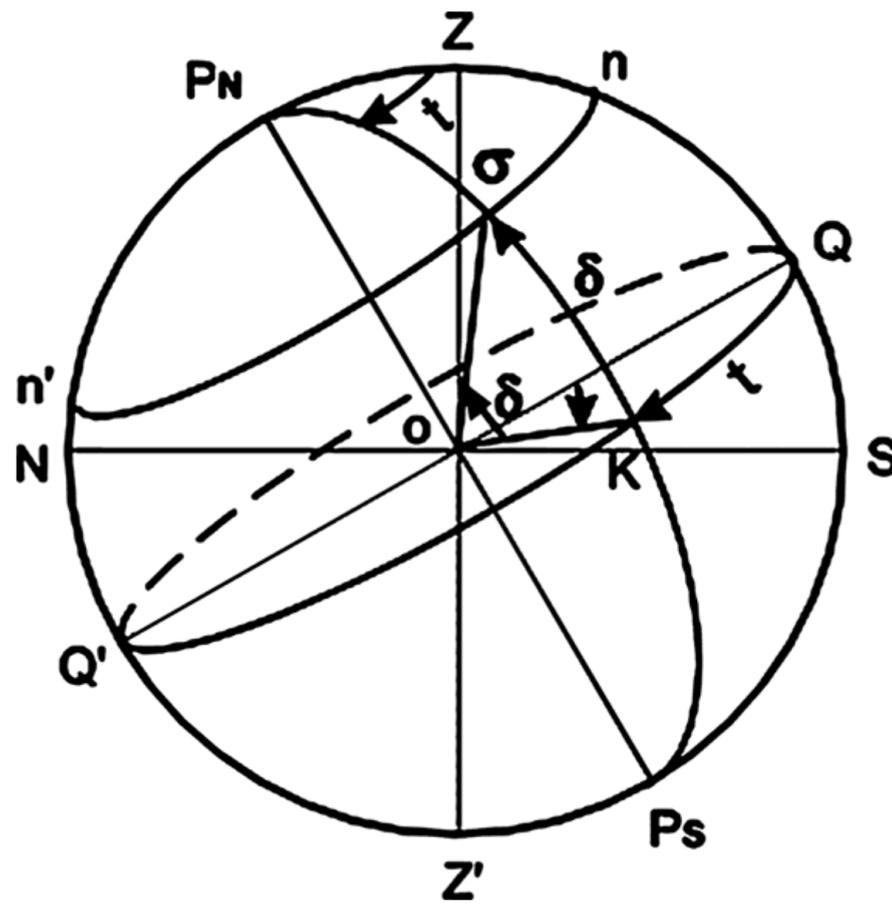
Карта околополярных созвездий

В горизонтальной системе координат положение светила отсчитывается относительно плоскости горизонта. Основные точки в этой системе координат – стороны света (север, юг, восток и запад), зенит (точка над головой наблюдателя) и надир (точка под ногами). Положение светила относительно сторон света называют азимутом, а положение относительно горизонта – высотой. И то и другое измеряется в угловых градусах.



Горизонтальная система координат

Однако при видимом вращении небесной сферы высота и азимут светил непрерывно меняется, поэтому такая система непригодна для составления карт. Для этого используется экваториальная система координат. Основная плоскость в ней – плоскость небесного экватора, проекция на небесную сферу земного экватора. Проекция земных полюсов на небесную сферу называются полюсами мира. Вблизи северного полюса мира находится Полярная звезда, которая достаточно ярка – она имеет 2 звездную величину. Вблизи же южного полюса мира нет таких ярких светил; направление на него можно определить по созвездию Южный Крест, которое расположено намного дальше от него, чем Полярная звезда от Северного.



Экваториальная система координат

Кроме того, на небесной сфере есть эклиптика – большой круг, по которому происходит годичное движение Солнца по зодиакальным созвездиям. Эклиптика представляет собой своеобразную проекцию земной орбиты на небесной сфере.

Аналог земной широты называется склонением и отсчитывается от небесного экватора к полюсам мира. Аналог земной долготы отсчитывается от точки весеннего равноденствия – одной из двух точек, где эклиптика пересекается с небесным экватором.

Изменение вида звездного неба в зависимости от места, времени суток и года

Как мы уже знаем, из-за вращения Земли вокруг своей оси звезды непрерывно движутся по небосклону, описывая окружности вокруг полюсов мира. Если смотреть на их вращение с полюсов Земли, то полюс мира окажется у нас над головой, в зените, а звезды будут двигаться параллельно горизонту, не заходя за него. Наблюдателю будет доступно только одно полушарие небесной сферы – звезды другого никогда не восходят над горизонтом.

На экваторе Земли картина совсем иная. Через зенит проходит линия небесного экватора, а оба полюса мира лежат на линии горизонта в точках севера и юга. Все звезды восходят и заходят, двигаясь по небу под прямым углом к горизонту. По мере вращения небесной сферы в течение года на экваторе мы можем видеть над горизонтом все звезды обоих небесных полушарий.

В средних географических широтах Земли картина промежуточная между полюсом и экватором. Полюс мира виден на высоте, равной географической широте места (скажем, для Москвы это 56°). Небесный экватор наклонен к горизонту и приподнимается над ним тем выше, чем ближе местность к географическому экватору, и тем больше звезд другого полушария мы можем видеть. Часть звезд на небе восходят и заходят, а часть, расположенная близко к полюсу мира, в так называемой околополярной зоне, не заходят. Граница зоны незаходящих звезд уменьшается по мере приближения к экватору и опускания полюса мира к горизонту.

Помимо вращения вокруг своей оси, Земля движется по орбите вокруг Солнца, которое тоже видно на фоне звездного неба. Конечно, днем мы не можем видеть звезды возле Солнца, но на потемневшем небе те из них, которые расположены ближе всего к нему, первыми заходят ранним вечером и последними восходят перед рассветом.

Но по мере движения Земли каждый день Солнце немного смещается на небе, и звезды видно уже немного в другом месте. За сутки оно проходит по эклиптике путь примерно в 1 угловой градус. Чтобы вернуться на такой угол, Земле требуется 4 минуты. И значит, звезды восходят и заходят каждые сутки на 4 минуты раньше, при этом вечерние звезды приближаются к Солнцу, а утренние – отдаляются от него. (На языке астрономов: звездные сутки на 4 минуты короче солнечных).

Все это приводит к тому, что каждые 2 недели время восходов и заходов звезд смещается на 1 час, а за месяц – на 2 часа. В одно и то же время суток одни созвездия сместятся к западу, другие придут на их место с востока. В итоге через 12 месяцев, после завершения оборота Земли вокруг Солнца, картина звездного неба завершает годичный цикл изменения.

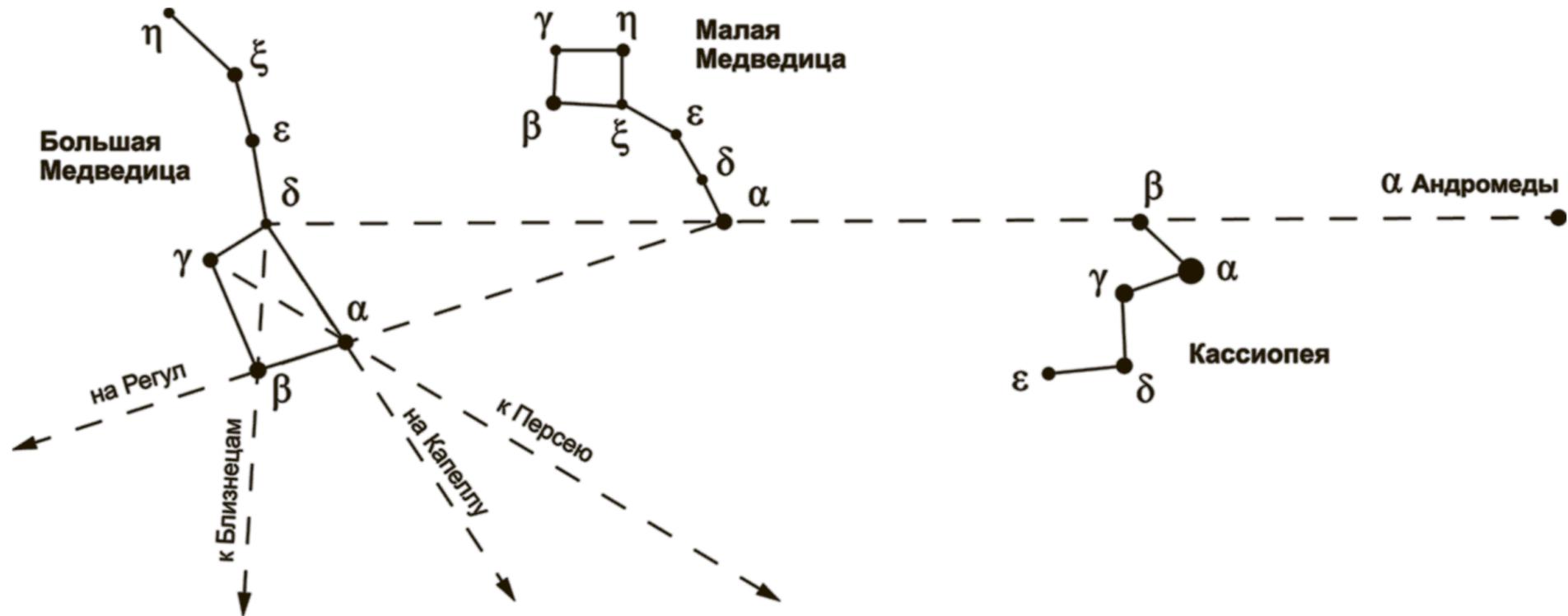
С чего начинать знакомство с созвездиями

Новичку может показаться, что распознать среди множества звезд фигуры созвездий очень трудно. К тому же многие карты звездного неба искажают их очертания из-за специфики картографических проекций. Но отчаиваться ни в коем случае не надо, опыт приходит со временем, и однажды, после нескольких неудачных попыток, вы увидите то, что искали – и будете удивляться, как можно было это так долго не находить...

Конечно, лучше придерживаться определенного алгоритма знакомства с созвездиями, начиная с самых ярких, заметных и известных, которые могут быть ориентирами и опорными пунктами для поиска других.

Для жителей Северного полушария отправным пунктом может стать околополюсное созвездие Большая Медведица. В средних широтах оно не заходит за горизонт, и в вечернее время его «ковш» из семи звезд можно найти без особого труда: осенью – невысоко над северным горизонтом, зимой – повыше, в северо-восточной части неба, весной – высоко (для Москвы практически в зените), летом – на северо-западе.

Большая Медведица служит отличным ориентиром для поиска других звезд и созвездий. Наиболее известен способ, как с ее помощью можно найти Полярную звезду – продолжив внешнюю сторону Ковша. Однако, как показано на схеме, с помощью этой примечательной фигуры из звезд можно найти еще много других созвездий.



Способы нахождения созвездий с помощью Ковша Большой Медведицы

Отталкиваясь от «ковша» Большой Медведицы, вы найдете Полярную звезду и созвездие Малая Медведица, затем в их окрестностях научитесь узнавать созвездия Дракон, Кассиопея, Цефей и Персей, а после Ковш укажет вам и направления на более далекие созвездия Лев, Волопас, Возничий.

Следующий шаг – найти созвездия, которые видны в вечернее время в южной части неба в определенные сезоны года. Осенью выделяются созвездия Пегас и Андромеда, которые вместе тоже напоминают Ковш, но более крупный, чем у Большой Медведицы. Разглядев его, можно искать созвездия Овен и Персей, а потом – более слабые: Рыбы, Треугольник, Кит...

На зимнем небе главная фигура, конечно же, Орион с его блистающим «бантом», украшенным яркими Бетельгейзе и Ригелем и характерным «поясом» из трех звезд. Продолжив этот «пояс» вверх и вниз, мы найдем другие яркие звезды – Альдебаран из созвездия Телец и Сириус в созвездии Большой Пес. А дальше можно найти остальные зимние созвездия: как приметные, тоже имеющие в своем составе звезды первой величины и ярче (Близнецы, Возничий, Малый Пес), так и неяркие – Единорог, Заяц.

На весеннем небе главное созвездие – Лев с ярким Регулом. Найдя его, нетрудно затем отыскать другие яркие светила – Арктур из Волопаса и Спикку, сияющую в Деве. Затем можно приступить к поиску остальных, намного более тусклых созвездий – Рак, Ворон, Чаша, Гидра, Малый Лев, Секстант, Волосы Вероники.

Летом и осенью в южной части неба выделяются три яркие звезды: Вега, Денеб, Альтаир. Это главные звезды созвездий Лира, Лебедь и Орел, но вместе их называют Осенне-летним треугольником. С него и нужно начинать знакомство с летним небом, а затем искать остальные летние созвездия – Северную Корону, Геркулес, Змееносец со Змеей, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Лисичка, Дельфин, Стрела, Щит...

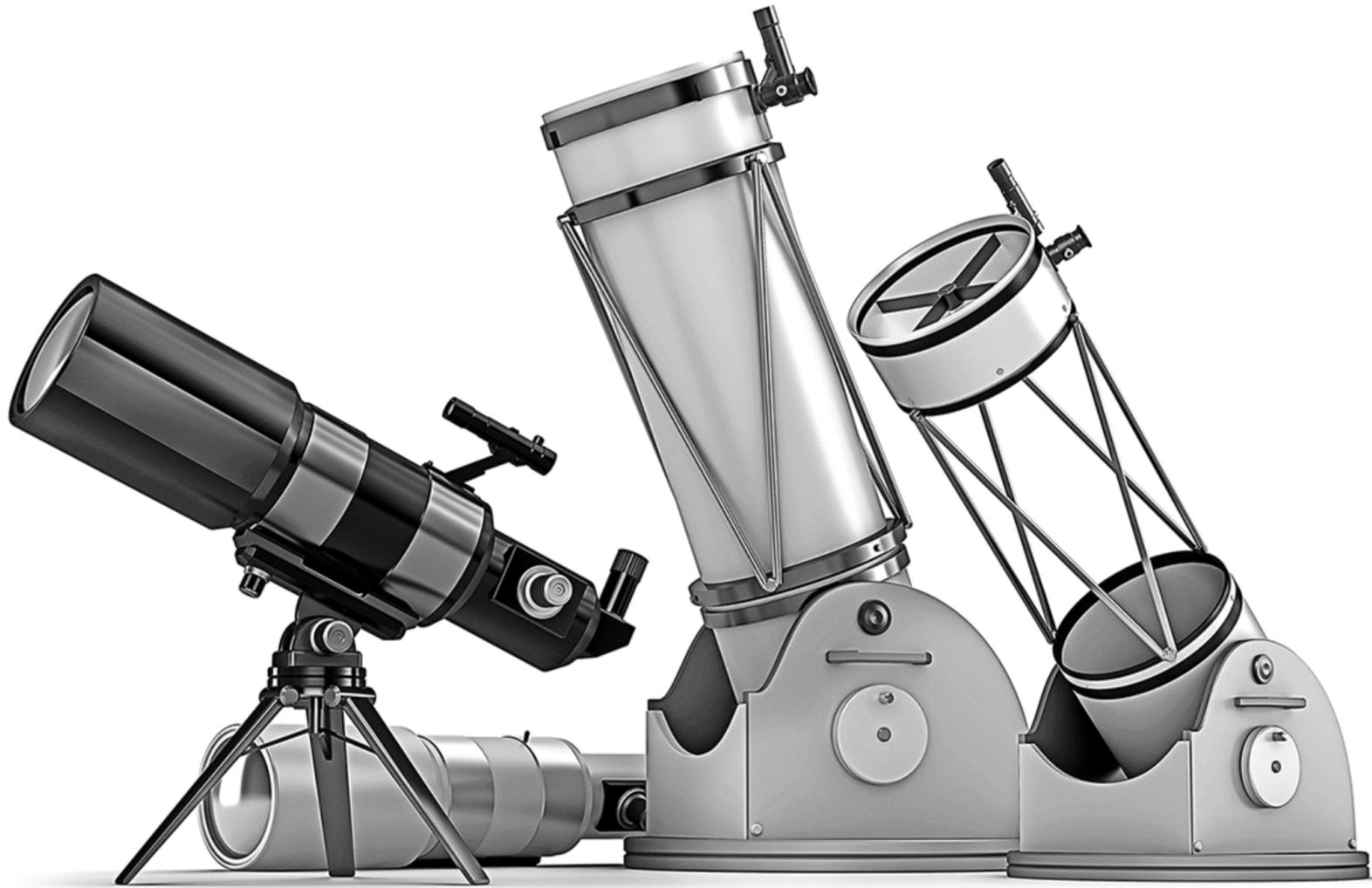
Полезные ссылки:

В Интернете можно найти онлайн-карты звездного неба, показывающие его вид как на текущий момент, так и на любой день и час в прошлом или будущем. Одна из таких карт находится вот тут: <http://www.astronet.ru/db/map/>.

Для более полного знакомства с небом, а также для удобства, нужно установить на компьютер, телефон или планшет программу-планетарий. Например, среди начинающих любителей астрономии популярен бесплатный планетарий Stellarium: <http://www.stellarium.org/ru/>. Эта программа позволяет смоделировать множество явлений и реалистично показать их. Существуют и другие виртуальные планетарии с самыми разными функциями и возможностями, и каждый может выбрать для себя тот, который отвечает его запросам.

Оптические приборы для астрономических наблюдений

Время древних астрономов с угломерными инструментами давно прошло, и любителю астрономии, если он не хочет ограничиваться чтением книг, просмотром фильмов и поиском созвездий по карте, необходим оптический прибор.





Если вы увлеклись астрономией лишь недавно и не имели до того опыта наблюдений, оптимальным вариантом первого прибора для вас станет не крупный телескоп, а бинокль. Он легче и компактнее телескопа и прекрасно подойдет для общего знакомства с небом, Млечным Путем, яркими туманностями и звездными скоплениями, крупными деталями на поверхности Луны. Также с помощью бинокля можно наблюдать и кометы.

Покупая бинокль, обращайте внимание прежде всего на его апертуру (диаметр объектива) и увеличение. Например, бинокль с маркировкой 6×50 – это бинокль с апертурой 50 мм и увеличением 6 крат. Бывают очень большие бинокли с большим увеличением, например 20×100 , но их невозможно использовать, держа в руках, по причине большой тяжести и дрожания изображения (дрожь в руках из-за тяжелого бинокля многократно усиливается большим увеличением). Поэтому использовать такие громоздкие инструменты можно только со штативом. Оптимальные параметры бинокля для обзоров неба и наблюдений с рук – 7×50 или 8×56 .

Конечно, по-настоящему увлеченный любитель вряд ли ограничится одним биноклем, и телескоп закономерно будет следующим этапом.

Любительские телескопы чаще всего принадлежат к двум первым исторически появившимся типам – рефракторам и рефлекторам.

Рефракторы удобны в пользовании благодаря прочной конструкции трубы и ее герметичности, не часто требуют настройки и обслуживания, дают контрастное и четкое изображение, что важно при наблюдении планет. Но есть у рефракторов и недостатки. Из-за того, что световые лучи разных участков спектра по-разному преломляются в стекле, изображение в них страдает хроматической аберрацией, то есть окрашено по краям в разные цвета (за исключением дорогих моделей, так называемых апохроматов). Кроме того, модели с большим диаметром объектива стоят дороже, чем такого же размера телескопы других систем.

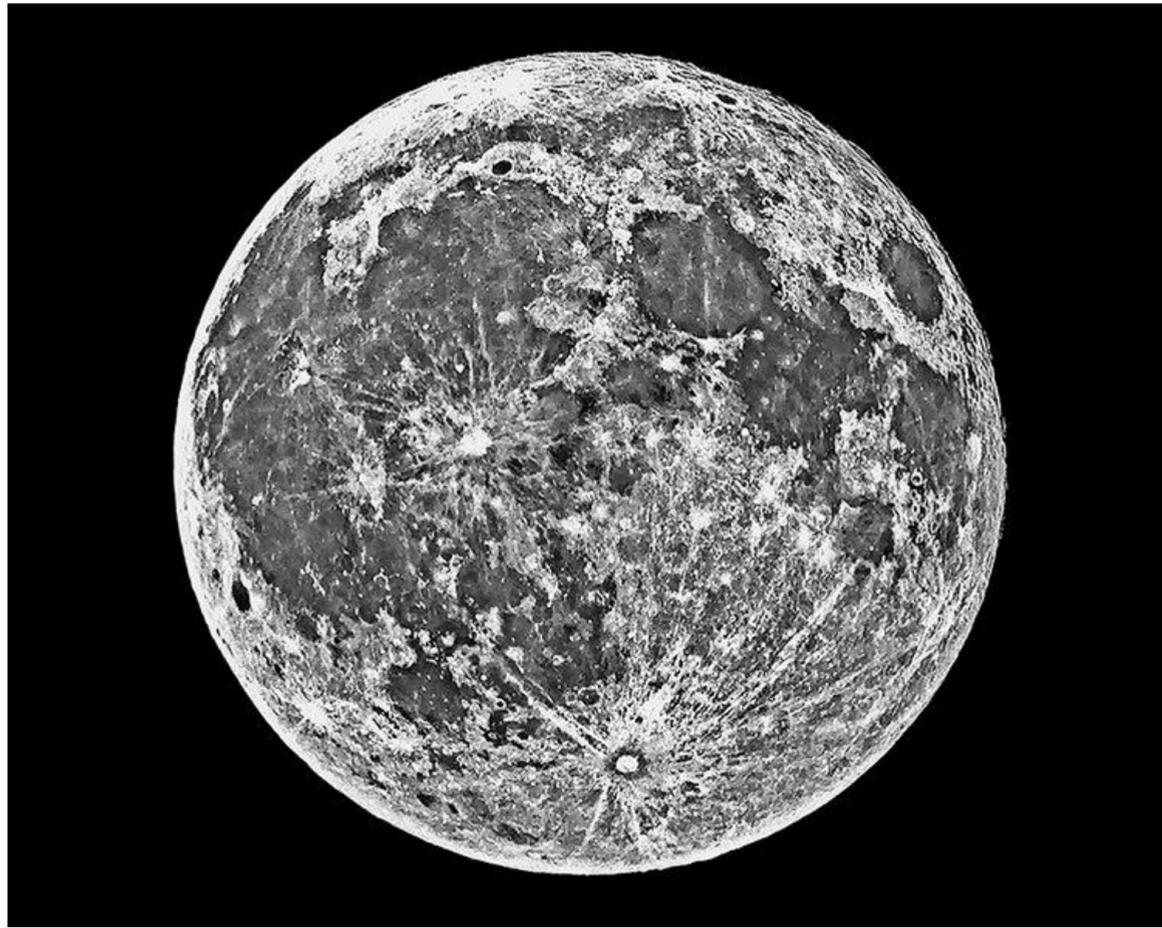
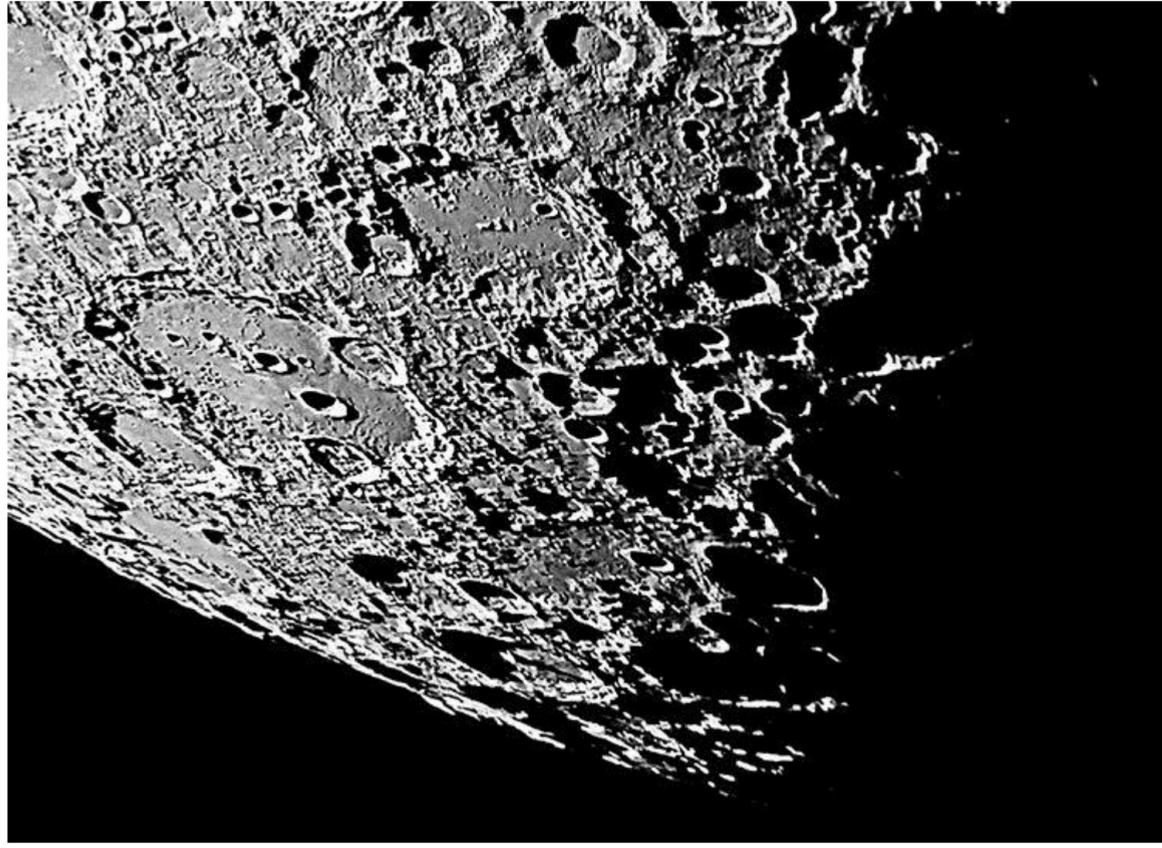
Изготовить зеркало проще, чем линзу такого же диаметра, поэтому рефлекторы в среднем стоят дешевле, чем рефракторы. Кроме того, зеркало легче, чем линза, а значит, и вес телескопа будет меньше. Свободны они и от хроматической аберрации, так как лучи в них не преломляются, а отражаются. Но у рефлекторов тоже есть недостатки. Изображение в них менее контрастное, чем в рефракторах, из-за потерь света при его отражении на маленьком вторичном зеркале, которое к тому же и не пускает часть света в трубу. Конструкция трубы не герметична, а это значит, что внутрь легко попадает пыль и грязь. Зеркальное покрытие со временем тускнеет. У рефлекторов наблюдается и аберрация, но другого типа – сферическая (объекты по краям поля зрения выглядят более размытыми, чем в центре). Кроме того, конструкция рефлектора чаще требует юстировки (настройки оптики).

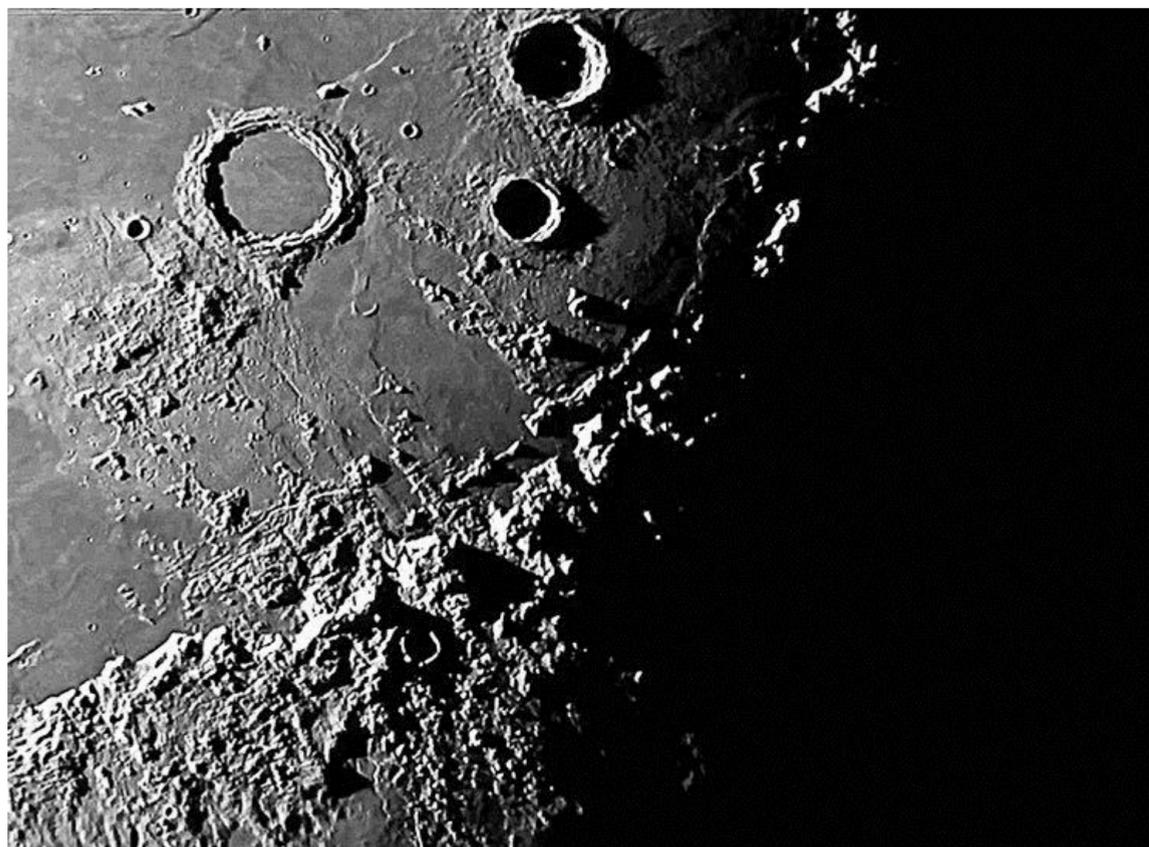
Существуют оптические схемы, в которых применяются и линзы, и зеркала. Среди любителей известны, например, системы Шмидта-Кассегрена и Максутова-Кассегрена, в которых перед зеркалом установлены корректирующие линзы. Они свободны от многих недостатков и рефракторов, и рефлекторов, кроме того, имеют короткую герметичную трубу, удобную для транспортировки, но, как правило, стоят дороже как рефракторов, так и рефлекторов.

Выбирая телескоп, нужно, как и в случае с биноклем, четко представлять себе, чего вы от него хотите, а также, что реально можно от него ожидать. Ни один телескоп, даже крупный, не покажет вам таких картинок, как на фотографиях с «Хаббла». Кроме того, подумайте о том, где вы будете проводить наблюдения. Если вы живете в зоне интенсивной засветки, то громоздкий инструмент с большой апертурой, стоящий на балконе, все равно не продемонстрирует вам всего, на что он способен, а транспортировать его за город будет сложно, в отличие от более компактного телескопа.

2. Луна и ее наблюдения

Наш естественный спутник всегда привлекал к себе внимание. Его серебристый свет в ночи кажется многим таинственным, мистическим. Но астрономы давно раскрыли истинную природу Луны – застывшего каменистого небесного тела, испещренного кратерами. Согласно современным теориям, Луна образовалась более 4 миллиардов лет назад в результате столкновения протоземли с телом размером приблизительно с Марс. Удар пришелся не по центру, а под углом (почти по касательной). В результате большая часть вещества ударившегося объекта и часть вещества земной мантии были выброшены на околоземную орбиту. Из этих обломков собралась протолуна и стала обращаться по орбите с радиусом около 60 000 км. Земля в результате удара получила резкий прирост скорости вращения (один оборот за 5 часов) и заметный наклон оси вращения. Хотя у этой гипотезы есть слабые места, нуждающиеся в дальнейшей проработке, в настоящее время она считается основной.



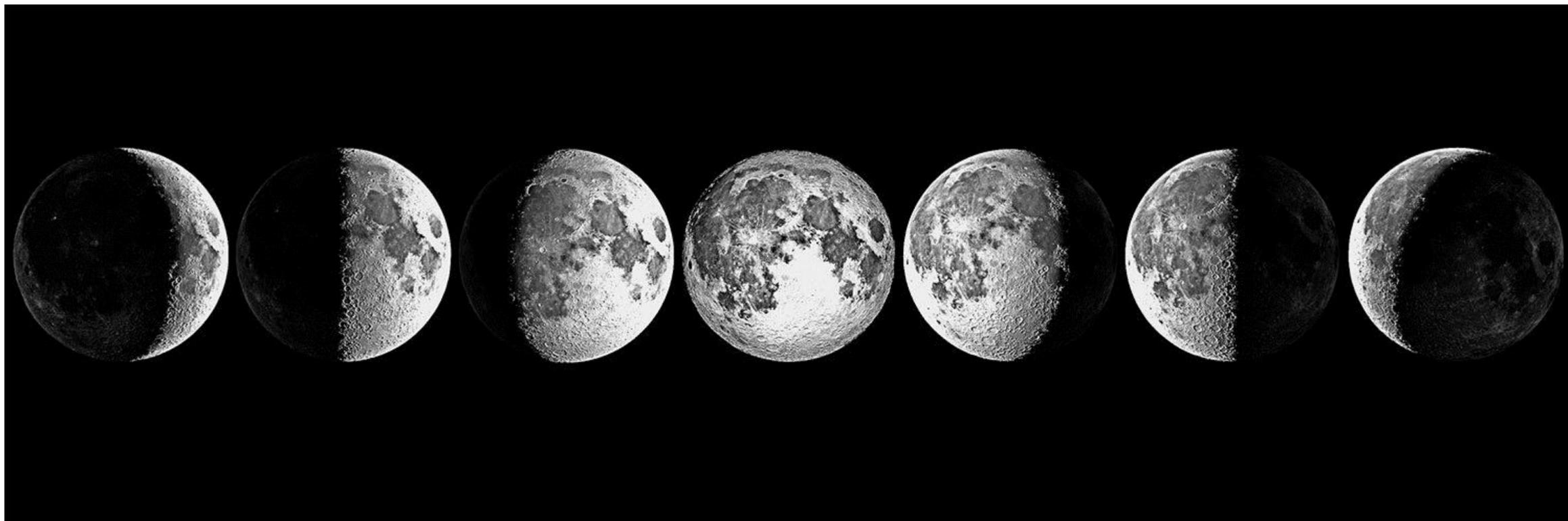


В настоящее время среднее расстояние между центрами Земли и Луны – 384 467 км (порядка 30-ти диаметров Земли). Обращается вокруг нашей планеты она с периодом 27,32 земных суток. Этот промежуток называется сидерическим, или звездным месяцем (от лат. sidus, звезда; род. падеж sideris) – потому что в течение него Луна занимает прежнее положение относительно звезд. Смена лунных фаз – новолуние, первая четверть, полнолуние, последняя четверть и опять новолуние – происходит в среднем за 29,5 суток. Этот период длиннее, чем сидерический месяц, потому что смена фаз зависит от положения Луны относительно Солнца, а оно в результате движения Земли по орбите за месяц смещается по эклиптике к востоку.

Былое близкое соседство с Землей и мощные приливные взаимодействия сильно затормозило вращение Луны вокруг своей оси, вернее, синхронизировали его: на оборот вокруг своей оси Луна теперь тратит столько же времени, как и на оборот вокруг Земли. В результате наш спутник все время повернут к Земле одной стороной.

Приступая к наблюдениям

Луна – самое близкое к Земле крупное небесное тело, и благодаря этому она – самый легкий объект для любителей астрономии. Даже невооруженным глазом на ней можно разглядеть немало интересного. Например, так называемый «пепельный свет» (свечение в отраженных лучах Земли темной части лунного диска), который вы видите, наблюдая тонкий серп Луны, лучше всего заметен в сумерках, рано вечером на растущей или ранним утром на убывающей Луне. Без оптического прибора можно провести интересные наблюдения общих очертаний Луны – обнаружить контуры морей и суши. Удивительно, что все это можно заметить простым глазом (конечно, здоровым, без нарушений зрения, или в очках) на крохотном диске всего в половину углового градуса!



Со времен Галилея Луна доступна оптическим приборам. Биноколь или небольшой телескоп с малым увеличением поможет более подробно изучить лунные моря, крупнейшие кратеры и горные цепи. Даже такой скромный оптический прибор позволит ознакомиться с наиболее интересными достопримечательностями нашего спутника.

С увеличением апертуры увеличивается и количество видимых деталей на поверхности Луны, и наблюдения становятся еще более интересными. Телескопы с объективом диаметром 200–300 мм позволяют рассматривать тонкие детали в структуре крупных кратеров, увидеть строение горных хребтов, рассмотреть множество борозд и складок, увидеть цепочки мелких лунных кратеров.

Технические хитрости

Луна — очень яркий объект. Ее свет при наблюдении в телескоп зачастую буквально ослепляет наблюдателя. Чтобы ослабить яркость и сделать наблюдения более комфортными, многие любители астрономии используют нейтральный серый фильтр или поляризационный фильтр с переменной плотностью. Последний более предпочтителен, так как позволяет менять уровень передачи света от 1 до 40 %. Чем это удобно? Количество света, поступающего от Луны, зависит от её фазы и применяемого увеличения. Поэтому при использовании обычного нейтрального фильтра изображение Луны часто будет то слишком яркое, то чересчур темное. Фильтр с переменной плотностью лишен этих недостатков и позволяет при необходимости выставить комфортный уровень яркости.

Можно также диафрагмировать объектив, надев на него крышку с отверстием малого диаметра. Это тоже уменьшит количество света, который попадает в телескоп, и снижает яркость изображения. При желании величину диафрагмы тоже можно менять (например, изготовив несколько крышек с разными по величине отверстиями).

При наблюдениях Луны между фазами первой или последней четверти и полнолунием можно включить умеренно яркий белый свет позади наблюдателя. Конечно, свет не должен попадать в глаза наблюдателя и бликовать на окулярах.

Такой метод дает возможность глазам сохранять дневное зрение, более совершенное, чем ночное. В целом у вас появится возможность видеть больше деталей, так как вы используете все возможности ваших глаз.

Важно помнить!

Стороны света на Луне расположены так же, как на Земле, когда мы смотрим на глобус и географическую карту. Поэтому, например, восточный край обращенного к Земле полушария Луны мы, жители Северного полушария, видим справа.

Как уже было сказано, из-за того, что период обращения Луны вокруг Земли равен периоду её вращения вокруг своей оси, она обращена к нам одной стороной . Но в силу ряда геометрических и физических причин мы можем видеть небольшую часть поверхности обратного ее полушария. Нам кажется, что Луна слегка «покачивается». Это явление называется либрацией (от лат. lībrātiō — «раскачивание»). Либрация позволяет наблюдателю с Земли видеть в разные моменты времени лунный диск в несколько различающихся положениях.

Либрация по долготе связана с тем, что орбита Луны вокруг Земли не круговая. По этой причине скорость движения Луны по орбите непостоянна, а скорость вращения вокруг своей оси более стабильна. В результате мы видим чуть больше то восточный, то западный край лунного диска. Либрация по широте происходит вследствие наклона оси вращения Луны к плоскости её орбиты вокруг Земли. При движении Луны вокруг Земли мы наблюдаем то южный, то северный полюс Луны. Благодаря этим двум либрациям мы можем видеть сравнительно большие области обратного полушария Луны — около 8 и 7 градусов соответственно.

Существуют также еще два вида либраций — суточная и физическая — вызванные суточным вращением Земли (и перемещением наблюдателя вместе с ее поверхностью относительно Луны) и приливными силами, которые действительно «покачивают» наш спутник. Но их амплитуда невелика — 50 и 2 угловые минуты соответственно.

Таким образом, в результате всех четырех видов либраций в разное время мы видим разные небольшие части обратной стороны Луны, т. е. в сумме мы видим не 50, а примерно 59 % лунной поверхности.

Интересные ссылки:

Карта Луны онлайн: *http://www.astronet.ru/pages/moonmap.html.*

Карта пригодна для изучения вида Луны в бинокль или телескоп с малым увеличением.

Сервис Google Moon *https://www.google.com/moon/.*

Когда лучше всего наблюдать Луну?

Как ни парадоксально это кажется на первый взгляд, полнолуние — далеко не самая удобная фаза для наблюдения Луны. Дело в том, что Солнце в это время расположено строго позади Луны и светит ей «в лоб», тени от гор короткие, и изображение не очень контрастное. Наибольший интерес для наблюдения представляют детали вблизи лунного терминатора — границы освещенной и неосвещенной стороны нашего спутника. Терминатор — это граница дня и ночи на Луне. Во время растущей Луны он указывает место восхода Солнца, а в период убывающей — захода. Возвышенности, лежащие вблизи него и освещенные косыми лучами низко стоящего Солнца, отбрасывают длинные тени. Наблюдать поверхность Луны удобно, если изо дня в день следить за терминатором, который постепенно проходит через все новые и новые области, проявляя их рельеф. Вы увидите вершины гор, которые уже освещаются солнечными лучами, в то время как окружающая их более низкая часть поверхности еще находится в тени. Пейзаж вдоль линии терминатора меняется в режиме реального времени, и наблюдение за тем, как выходит из тени или наоборот, погружается в нее, та или иная лунная достопримечательность, подарит вам незабываемые впечатления!

Наиболее удобные периоды для наблюдения Луны начинаются со 2 дня после новолуния до 2–3 дня после первой четверти, и аналогично — 2–3 день перед последней четвертью — 2 день до новолуния.

Что наблюдать на Луне

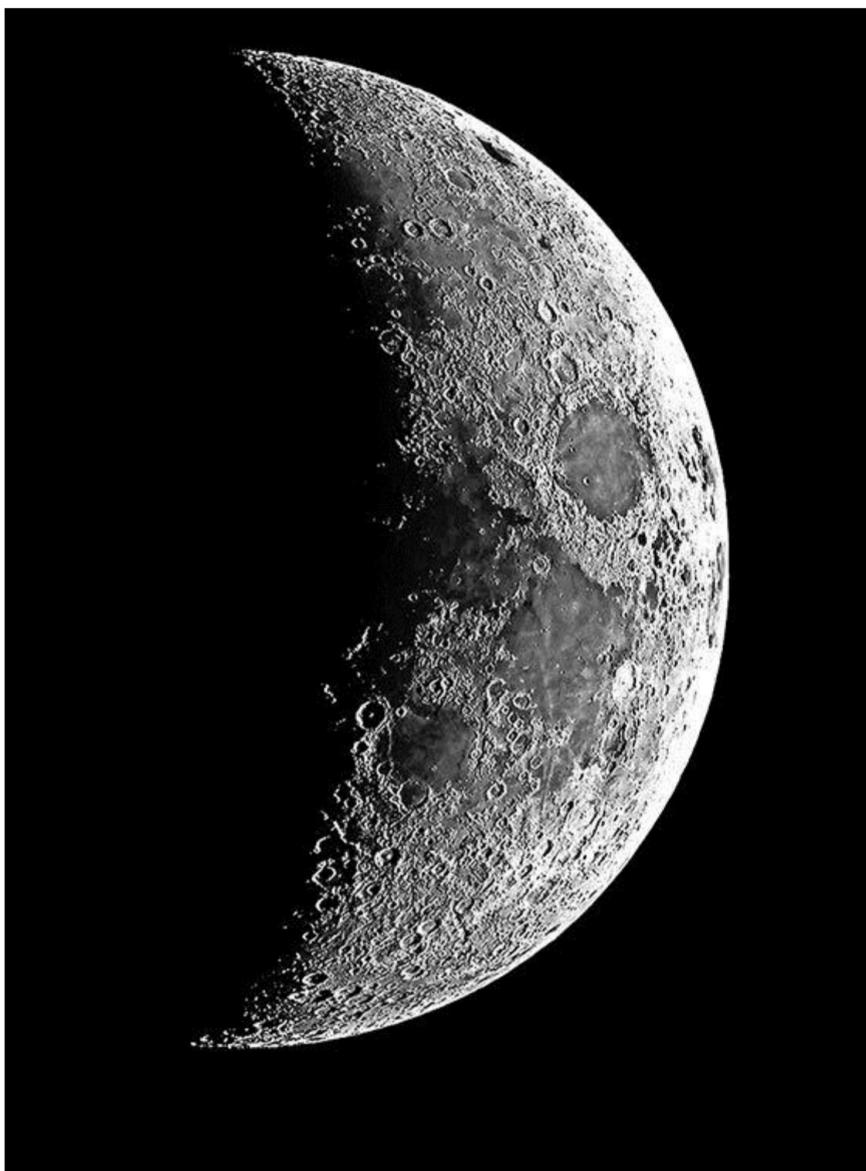
Кратеры — самые распространенные образования на лунной поверхности. В переводе (лат. crater от др. -греч. κρατήρ) это слово означает «чаша». Большинство лунных кратеров имеют ударное происхождение, то есть возникли вследствие удара космического тела о поверхность нашего спутника. Крупнейшие кратеры видны уже в небольшой бинокль.

Лунные моря — темные участки, отчетливо выделяющиеся на лунной поверхности. Темные пятна, образующие так называемое «лицо на Луне», различимое невооруженным глазом, являются ничем иным, как лунными морями. Первые астрономы, изучавшие Луну, искренне считали, что на ней может быть жидкая вода и что эти пятна действительно являются водоемами. В дальнейшем наука опровергла эти наивные представления. Лунные моря — это низины, в далеком прошлом залитые лавой, которая застыла и придала им относительно более ровный вид, чем у остальных участков. Правда, в результате непрерывной метеоритной «бомбардировки», длящейся уже миллиарды лет, поверхность морей тоже покрылась мелкими кратерами. Моря занимают 40 % от всей площади видимой с Земли поверхности.

Борозды — лунные долины, достигающие в длину сотен километров. Нередко ширина борозд достигает 3,5 км, а глубина 0,5–1 км.

Складчатые жилы — по внешнему виду напоминают верёвки и, по-видимому, являются результатом деформации и сжатия, вызванных опусканием морей.

Горные цепи — лунные горы, высота которых колеблется от нескольких сотен до нескольких тысяч метров. Они представляют собой края больших кратеров или ударных бассейнов, разрушенные последующими ударами, в результате чего остались только части стены, напоминающие горные цепи. Носят названия земных горных хребтов — Апеннины, Альпы, Кавказ, Карпаты, Пиренеи, Кордильеры.

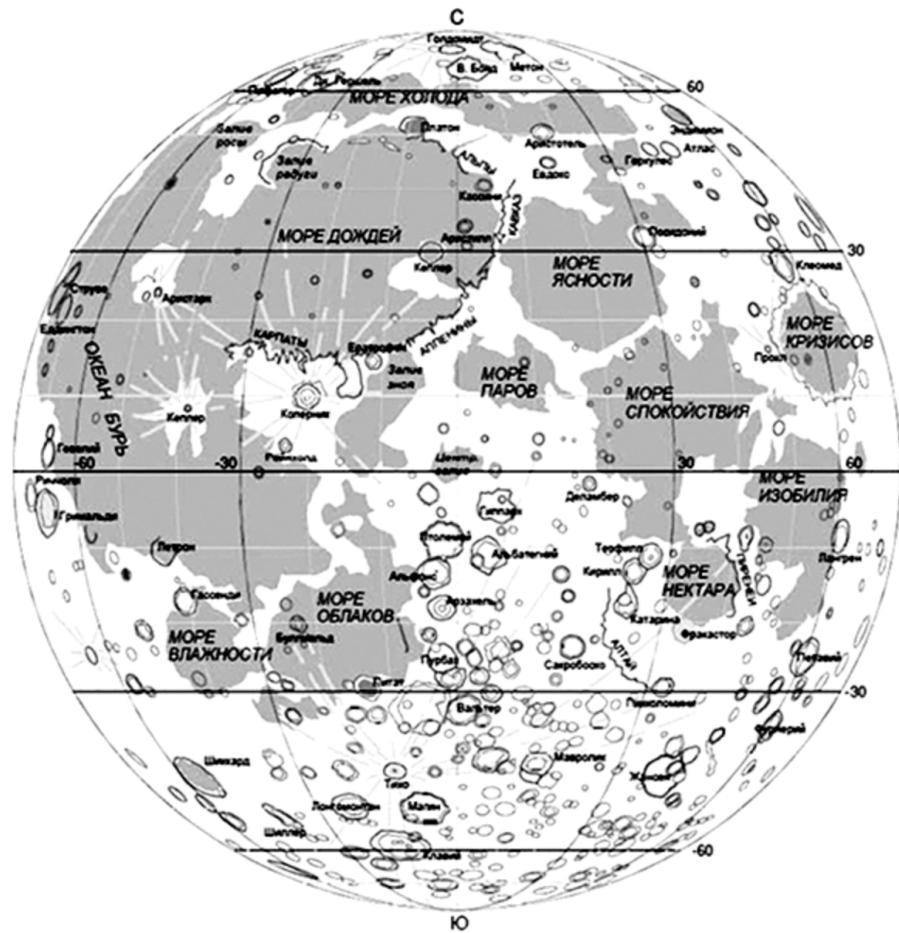


Растущая Луна

Наиболее интересные достопримечательности Луны с привязкой к лунным фазам, когда они находятся вблизи терминатора.

Молодая Луна (2–4 дня)

На третий день после новолуния можно заметить часть Моря Кризисов и несколько крупных кратеров Лангрена, Венделина и Петавия. На четвертый день Море Кризисов выходит из тени полностью, а к югу от него выступает Море Изобилия.



Карта видимой стороны Луны

Рассмотрим детали этой части лунного диска.

Море Гумбольдта (лат. *Mare Humboldtianum*) – при наблюдении с Земли это море расположено вблизи северо-восточного края лунного диска и продолжается на её обратной стороне. Из-за своего расположения условия видимости моря зависят от либраций Луны, и оно может быть не видно с Земли.

Море Краевое – лежит немного севернее лунного экватора в восточной части лунного диска.

Море Смита – расположено вблизи экватора на восточном краю лунного диска. Названо в честь британского астронома XIX века Уильяма Генри Смита.

Море Южное – его название было впервые предложено И. Мёдлером.

Эти моря, как и Море Гумбольдта, могут иметь разные условия видимости в результате либраций.

Море Кризисов – небольшое, но хорошо заметное море четкой округлой формы, расположено в восточной части лунного диска севернее экватора. Бассейн Моря Кризисов образовался от 4,55 до 3,85 миллиардов лет назад. Море имеет диаметр 418 км, площадь 137 000 км². Для наглядности стоит сказать, что по площади оно чуть меньше земного Адриатического моря или государства Таджикистан, но чуть больше Греции. У него очень плоское дно, окружённое морщинистым кольцевым хребтом. В южной части этого моря расположены частично погребённые под залежами породы кратеры.

Море Змеи (лат. *Mare Anguis*) – имеет в диаметре 150 километров. С северо-востока примыкает к Морию Кризисов.

Море Изобилия (лат. *Mare Fecunditatis*) – лежит в восточной части видимой стороны Луны. Бассейн моря перекрывается с бассейнами морей Нектара, Спокойствия и Кризисов. На восточной стороне моря расположен кратер Лангрена.

Море Волн – лежит южнее и восточнее Моря Кризисов. Его границы не так четко очерчены. Диаметр 243 км. В южной части моря расположен кратер Дубяго диаметром 53 км, с юго-востока примыкает кратер Кондорсе Р (диаметр 46 км).

Море Пены – расположено в юго-восточной части лунного диска к востоку от моря Изобилия и к юго-западу от моря Волн. Имеет 139 километров в диаметре.

Крупные кратеры

Лангрена (лат. *Langrenus*) – большой ударный кратер в области восточного побережья Моря Изобилия. Считается, что это один из крупнейших кратеров, возникших за последние 3,2 миллиарда лет. Кратер практически не подвергся разрушению благодаря небольшому возрасту. Лангрена является центром яркой фрагментированной системы лучей, распространяющихся в Море Изобилия на запад от кратера.

Вблизи первой четверти (5–8 дней)

Через пять дней после новолуния очень интересно наблюдать как бы сросшиеся вместе кратеры Кирилл, Теофил и Катарина. Из тени выходят Море Ясности и Море Спокойствия. На шестой день после новолуния во всем своем величии появляется Море Ясности. На седьмой день, когда Луна в фазе первой четверти, терминатор проходит через Море Паров. На восьмой день можно начинать изучать систему светлых лучей кратера Тихо и центральную горку этого кратера.

Рассмотрим лунные моря этой области, двигаясь с северной до южной части лунного диска.

Море Холода (лат. *Mare Frigoris*) – расположено в северной части лунного диска к северу от Моря Дождей и простирается до северной оконечности Моря Ясности. С юга к Морию Холода примыкают окружающие Море Дождей горы Альпы, рассеченные прямой трещиной длиной 170 км при ширине 10 км – Долиной Альп. Море расположено во внешнем кольце Океана Бурь.

Море Ясности (лат. *Mare Serenitatis*) – лунное море ударного происхождения, расположенное на видимой стороне Луны. Название этого моря (как и многих других морей в восточной части видимого полушария Луны) связано с хорошей погодой и было введено астрономом Джованни Риччоли. Диаметр Моря Ясности – около 700 км. Оно примечательно контрастными цветами лавы. По внешнему краю расположено кольцо тёмных базальтов, простирающиеся на юго-востоке к соседнему Морию Спокойствия. На востоке расположен кратер Посидоний. Центр моря пересекает светлый луч, берущий начало от кратера Тихо. В восточной части моря находится совокупность нескольких гряд (Никола, Листера, Смирнова) и безымянного северного участка. Данное образование имеет неофициальное название Змеиный хребет и является интересным объектом для любителей астрономии. Самый крупный кратер в Море Ясности – кратер Бессель диаметром 16 км, располагающийся в южной центральной части моря.

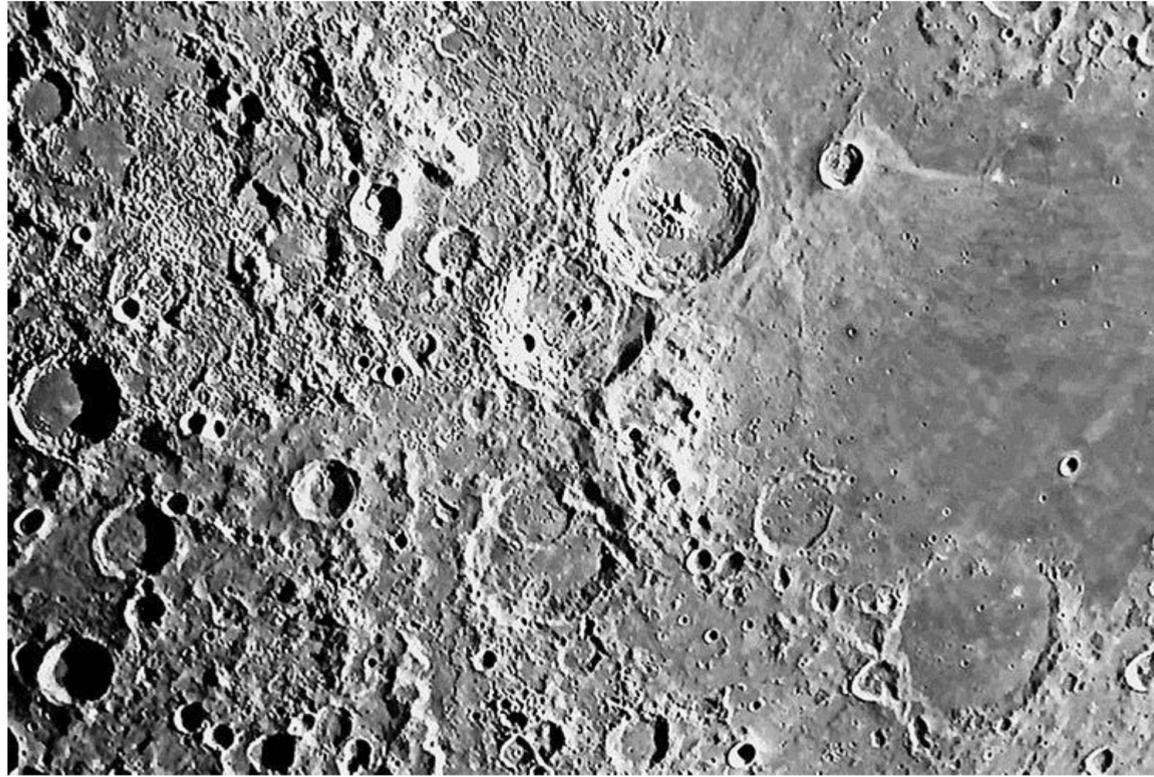
Море Спокойствия (лат. *Mare Tranquillitatis*) – размер около 880 км. Это лунное море замечательно большим количеством посадок космических аппаратов (см. таблицу).

Море Нектара (лат. *Mare Nectaris*) – небольшое лунное море, расположенное между Морем Спокойствия и Морем Изобилия. На восточной окраине моря находятся горы Пиренеи. Диаметр – 333 км. Площадь моря составляет 101 000 квадратных километров – примерно как у земного Ирландского моря.

Крупные и интересные кратеры.

Теофил, Кирилл, Катарина. Цепочка из трех кратеров, лежащая поблизости от Моря Спокойствия и Моря Нектара. Вал кратера Теофил частично перекрывает кратер Кирилл, что говорит о его более позднем происхождении. Все три кратера имеют одинаковый диаметр – 98 км.

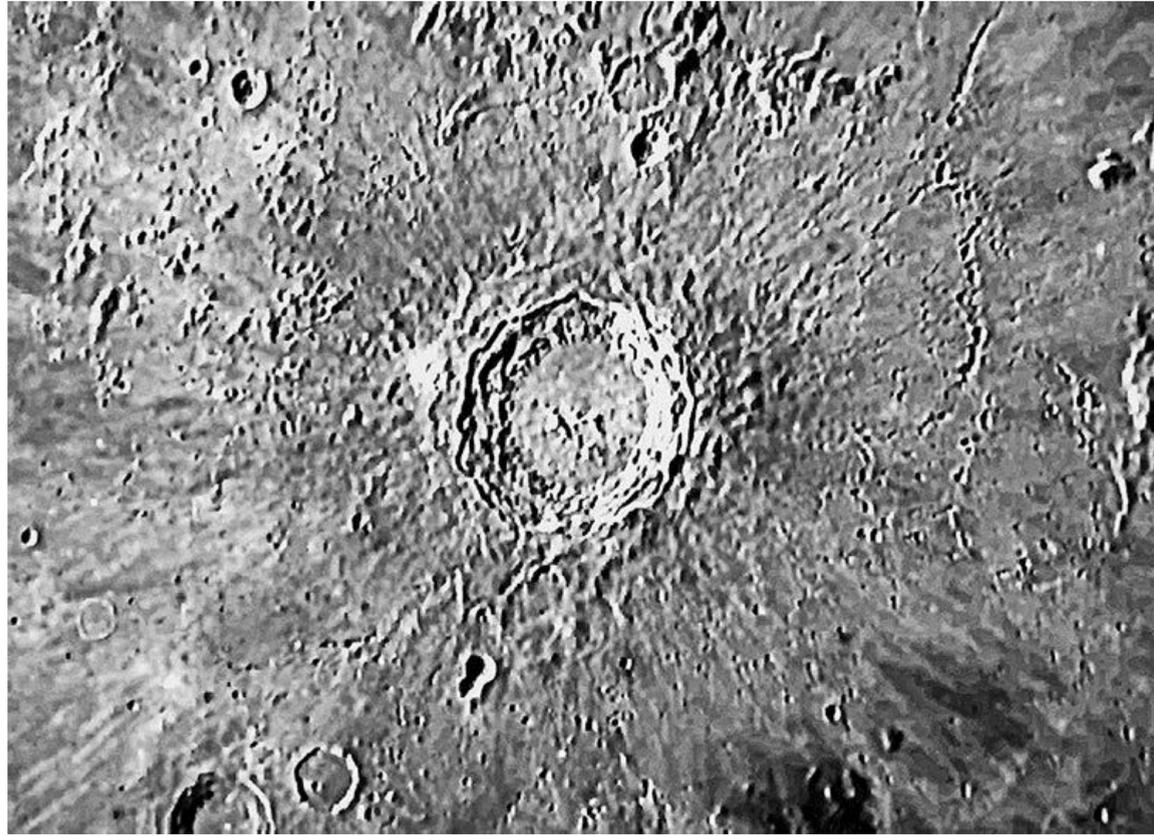
Тихо. Этот кратер показывается из-за терминатора на 8 лунный день, но только вблизи полнолуния предстает во всей красе его гигантская система лучей, состоящих из вещества, выброшенного при образовании кратера. Они тянутся почти на половину лунного диска, самый длинный из них достигает 4000 км! Системы лучей – признак молодости кратера; со временем их вещество темнеет. Считается, что Тихо образовался всего около 110 млн лет назад.



Теофил, Кирилл, Катарина



Море Ясности, Море Спокойствия, Море Кризисов



Коперник

Нарастающая Луна (9–11 дней)

Море Дождей. Диаметр моря составляет 1123 км. Оно появилось в результате затопления лавой большого ударного кратера, который возник в результате падения крупного метеорита или ядра кометы примерно 3,85 млрд лет назад. Наполняясь лавой, дно кратера сглаживалось, в результате чего образовалась относительно ровная поверхность.

Дно моря пересечено волнами, что, возможно, свидетельствует о том, что лава затоплила ударную котловину не за один раз. Вероятно, Луна пережила несколько ударов, следующих один за другим.

Море Облаков. Диаметр этого моря – 713 км. На западе моря расположен кратер Буллиальд, на юге – кратер Питат. Лучи кратера Тихо пересекают море с юга на северо-запад. В южной части моря между кратерами Берг и Табит расположен тектонический сброс Прямая Стена длиной 125 км и высотой около 300 м, легко различимый в 60-миллиметровый телескоп.

Море Влажности (лат. *Mare Humorum*) – небольшое круглое лунное море, расположенное в юго-западной части лунного диска.

Окружающие море Влажности горы образуют границу древнего бассейна ударного происхождения. Бассейн заполнен застывшей базальтовой лавой, простирающейся местами за его границу. Слой застывшей лавы, предположительно, имеет толщину свыше 3 км, при этом толщина слоя увеличивается к центру бассейна. Точный возраст моря сложно установить, поскольку не существует образцов горной породы, собранных в данной области. Однако считается, что он лежит в пределах от 3,4 до 4,4 млрд лет.

Море Познанное (лат. *Mare Cognitum*) – является частью Океана Бурь.

С северо-запада море ограничивают Рифейские горы, которые являются остатками крупных кратеров.

Море Познанное получило свое название совсем недавно и названо так потому, что именно здесь приземлился «Рейнджер-7». Немного севернее моря приземлились «Сервейер-3», «Аполлон-12». Также недалеко от него осуществил посадку «Аполлон-14».

Интересные кратеры:

Коперник. Еще один молодой ударный кратер со светлой системой лучей, не такой широкой как у Тихо, но достигающей 800 км. Его возраст – около 800 млн лет.

Кеплер – тоже молодой ударный кратер с системой лучей, с системой лучей, простирающейся на 300 км. Благодаря ей он виден в самый маленький телескоп.

Вблизи полнолуния (12–15 дней)

Полностью открывается для наблюдателя Океан Бурь (лат. *Oceanus Procellarum*) – крупнейшее лунное море неправильной формы, расположенное в западной части видимой стороны Луны. Название дано итальянским астрономом Джованни Баттиста Риччоли на основе бытовавшего тогда заблуждения, что погода на Земле меняется в зависимости от фаз Луны. Протяженность Океана Бурь с севера на юг составляет 2500 км, а занимаемая площадь – 4 000 000 км², что приблизительно равно земному Аравийскому морю.

На северо-востоке лунные горы Карпаты отделяют Океан Бурь от Моря Дождей.

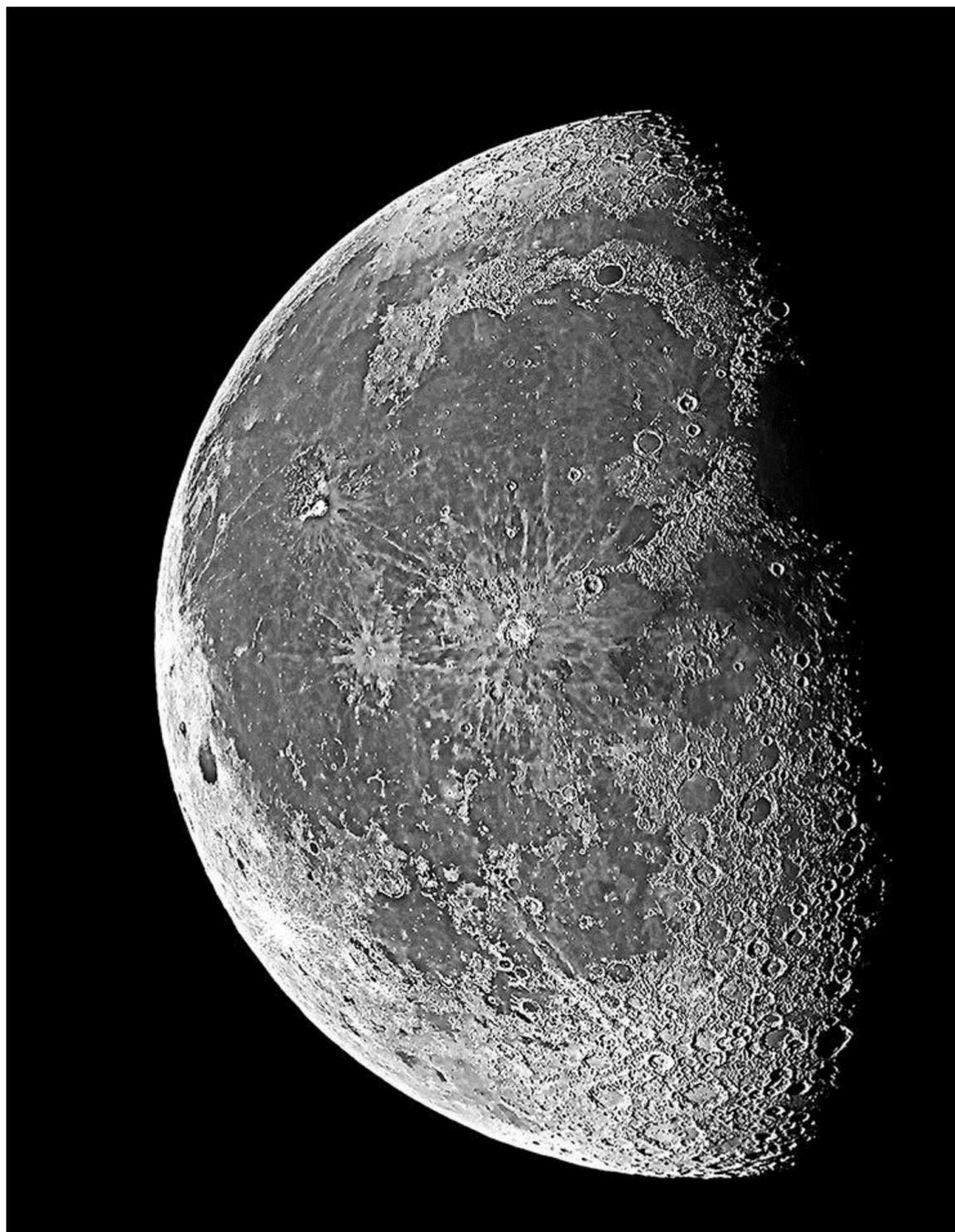
19 ноября 1969 года на Луну опустился лунный модуль Интрепид – посадочный отсек американского космического корабля Аполлон-12. Посадка произошла на территории Океана Бурь, в 370 км к югу от кратера Коперник. На поверхность лунного моря высадились Чарльз Конрад и Алан Бин.

Они доставили на Землю с Луны около 34 кг пород, в том числе 45 камней. Образцы из Океана Бурь оказались более светлыми, чем собранные в Море Спокойствия Апполоном-11.

Интересные кратеры:

Аристарх (лат. *Aristarchus*) – приметный ударный кратер в северо-западной части видимой стороны Луны. Это самая яркая структура на Луне: его альbedo (отражательная способность) превышает альbedo большинства структур в два раза, что позволяет заметить его даже невооруженным глазом. Яркость кратера объясняется его небольшим возрастом, вследствие чего породы, выброшенные при столкновении Луны с метеоритом, не успели потемнеть под воздействием солнечного ветра. Кратер, как и Тихо, Коперник и Кеплер, является центром системы ярких лучей.

После полнолуния все вышеперечисленные области Луны снова проходят через терминатор в том же порядке, только на этот раз – погружаясь в тень.



Стареющая Луна

Некоторые аппараты, совершавшие посадку на поверхность Луны

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
1	Луна-2	СССР	13.09.1959	29,1° N, 0° W Болото Гниения (Palus Putredinis)	Первая в мире автоматическая межпланетная станция, достигшая поверхности Луны
2	Рейнджер-7	США	31.07.1964	10,6° S, 20,61° W Море Познанное	Перед падением аппарат передал на Землю 4300 фотографий
3	Рейнджер-8	США	20.02.1965	2,64° N, 24,77° O Море Спокойствия	Перед падением аппарат передал на Землю 7300 фотографий

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
4	Рейнджер-9	США	24.03.1965	12,79° S, 2,36° W Кратер Альфонс	Перед падением аппарат передал на Землю 5 800 фотографий, которые были показаны в прямом эфире по американскому телевидению
5	Луна-9	СССР	03.02.1966	7,13° N, 64,37° W Океан Бурь	Первая в истории мягкая посадка на поверхность Луны
6	Луна-10	СССР	30.05.1966 – потеря связи. В дальнейшем аппарат упал на поверхность Луны	?	Станция «Луна-10» — первый в мире искусственный спутник Луны. 30 мая связь со спутником была утеряна
7	Сервейер-1	США	02.06.1966	2,45° S, 43,22° W Океан Бурь	Вслед за СССР США осуществили мягкую посадку на Луну

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
8	Луна-13	СССР	24.12.1966	18,87° N, 63,05° W Океан Бурь	Совершила мягкую посадку на поверхность Луны
9	Сервейер-3	США	20.04.1967	2,99° S, 23,34° W Океан Бурь	Экипаж корабля <u>Аполлон-12</u> обследовал аппарат «Сервейер-3», демонтировал некоторые его детали и доставил для изучения на Землю
10	Сервейер-5	США	11.09.1967	1,42° N, 23,2° O Море Спокойствия	Передал на Землю 19 000 фотографий, данных и анализ грунта
11	Сервейер-6	США	10.11.1967	0,53° N, 1,4° W Центральный Залив	Аппарат Сервейер-6 мог взлетать на несколько метров над поверхностью Луны по команде оператора с Земли

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
12	Сервейер-7	США	10.01.1968	40,86° S, 11,47° W Кратер Тихо	«Сервейер-7» передал на Землю 21 091 изображение лунной поверхности
13	Аполлон-11	США	20.07.1969	0° 40' 26.69» N 23° 28' 22.69» O Море Спокойствия	Первая в истории человечества высадка человека на поверхность другого космического тела
14	Аполлон-12	США	19.11.1969	2,99° S, 23,34° W Океан Бурь	Вторая высадка людей на Луну. Осмотр и демонтаж деталей автоматического космического аппарата «Сервейер-3»
15	Луна-16	СССР	20.09.1970	0,68° S, 56,3° O Море Изобилия	На Землю были доставлены образцы лунного грунта

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
16	Луна-17	СССР	17.10.1970	38,17° N, 35,0° W Море Дождей	Автоматическая межпланетная станция «Луна-17» доставила на Луну самоходный аппарат «Луноход-1»
17	Луноход-1	СССР	17.10.1970	38° 17' N 35°W	Первый в мире планетоход, успешно работавший на поверхности другого небесного тела
18	Аполлон-14	США	05.02.1971	3° 38' 43,08» S, 17° 28' 16,90» W	Район кратера Фра Мауро
19	Аполлон-15	США	30 июля 1971	26° 06' 04» S, 3° 39' 10» W Хедли- Апеннины Болото Гниения, Море Дождей	Впервые на поверхности Луны использовался лунный ровер, управляемый астронавтами, что позволило сильно расширить район исследований

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
20	Луна-20	СССР	21.02.1972	3,53° N, 56,55° O	На Землю доставлена колонка лунного грунта массой 55 граммов
21	Аполлон-16	США	20.04.1972	8° 58' 22,84» S, 15° 30' 0,68» O	Первая высадка людей в горной местности Луны
22	Аполлон-17	США	11.12.1972	20° 11' 26,88» N, 30° 46' 18,05» O Тавр-Литтров	В составе экипажа впервые – ученый-профессионал, геолог Харрисон Шмитт
23	Луна-21	СССР	15.01.1973	25,85° N, 30,45° O Кратер Ле-Монье	На поверхность Луны доставлен «Луноход-2»
24	Луноход-2	СССР	15.01.1973	25,47° N, 30,54° O Кратер Ле-Монье	За четыре месяца работы прошёл 37 километров, передал на Землю 86 панорам и около 80 000 кадров телесъёмки

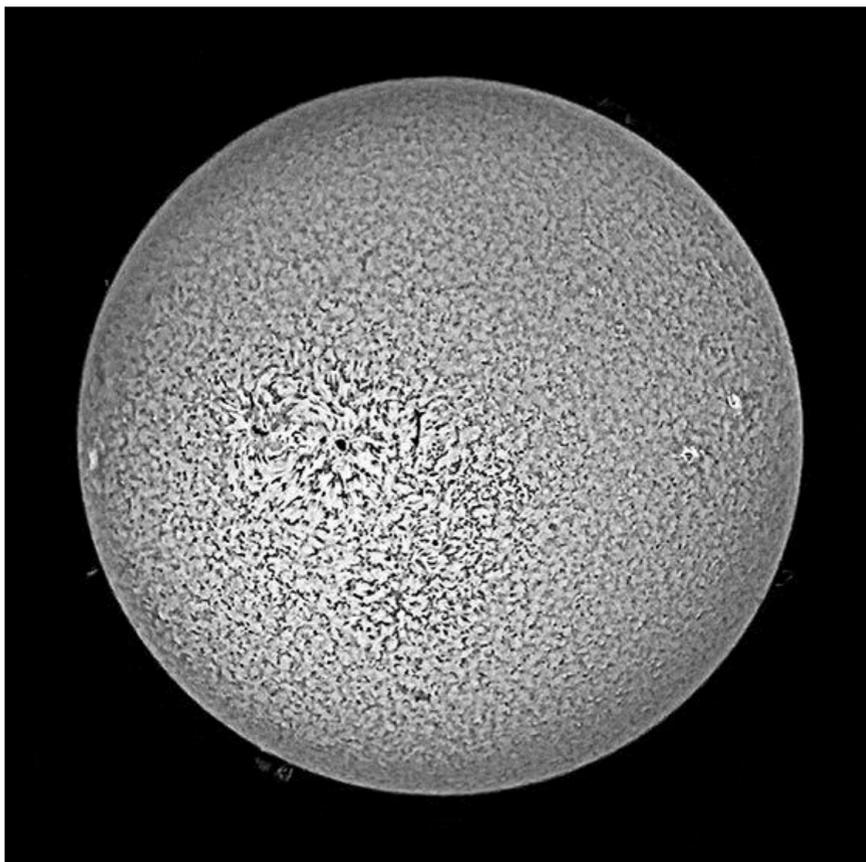
	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
25	Луна-24		СССР	18.08.1976	12,75° N, 62,2° O Море Кризисов
26	Лунный ударный зонд Чандраян-1	Индия	14.11.2008	89,9° S, 0,0° O Кратер Шеклтона	14 ноября от Чандраян-1 отстыковался лунный ударный зонд, который совершил в 15:01 UTC жёсткую посадку недалеко от кратера Шеклтон, расположенного рядом с южным полюсом Луны
27	Чанъэ-1	КНР	01.03.2009	1,5° S, 52,36° O Море Изобилия	Задачей Чанъэ-1 является облёт Луны и сбор данных для составления цифровой модели её рельефа, сведён с орбиты

	Станция	Страна	Дата посадки	Координаты посадки/падения	Примечания
28	Чанъэ-3	КНР	14.01.2013	44.1° N, 31,05° W Залив Радуги	Автоматическая межпланетная станция «Чанъэ-3» доставила на Луну самоходный аппарат «Юйту»
29	Луноход Юйту	КНР	14.01.2013	44.1° N, 31,05° W Залив Радуги	Первый планетоход Китая и первый планетоход на Луне за 40 с лишним лет

3. Солнце Наша звезда

Наша звезда, безусловно, важнейший для нас объект. Солнцу земляне обязаны своим существованием – ведь вокруг него образовалась наша планетная система, а благодаря его энергии на древней Земле появились первые ростки жизни.

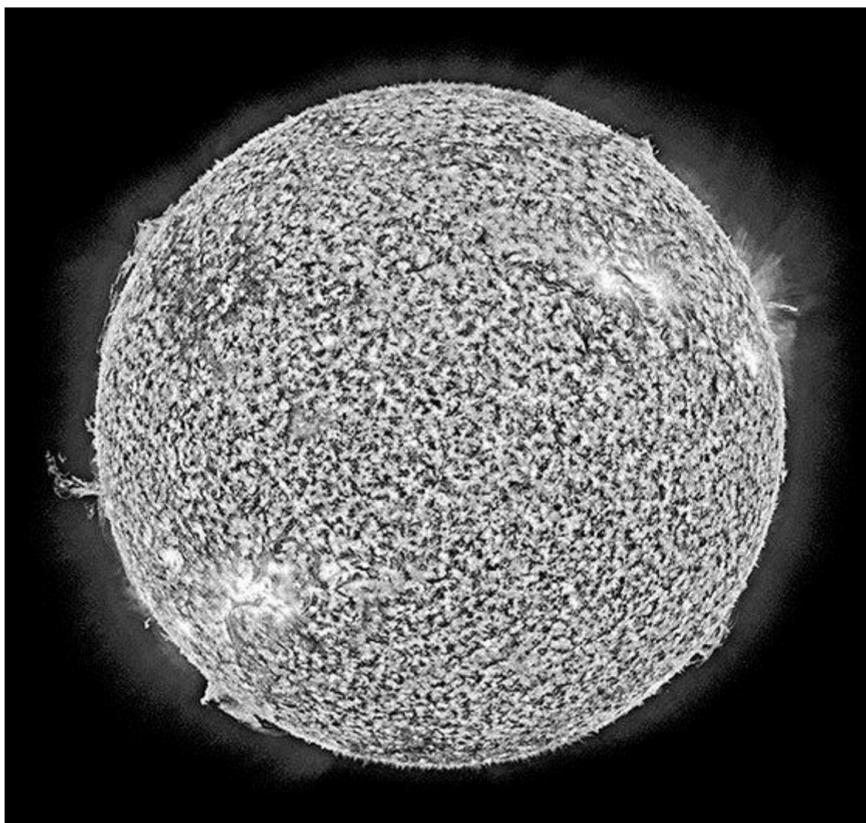
Солнце – желтая звезда, принадлежащая к так называемым желтым карликам. По меркам Вселенной она не слишком велика, не очень горяча и не очень стара. Диаметр Солнца равен 109 диаметрам Земли, площадь составляет 12 000 площадей Земли, объем больше земного в 1,3 млн раз, а масса – в 333 000 раз. Температура его поверхности около 6000 К. Считается, что Солнце сформировалось примерно 4,5 млрд лет назад. Звезда такой массы, как Солнце, должна оставаться на главной последовательности примерно 10 млрд лет, а затем довольно быстро завершать свою эволюцию... Таким образом, сейчас Солнце находится примерно в середине своего жизненного цикла.



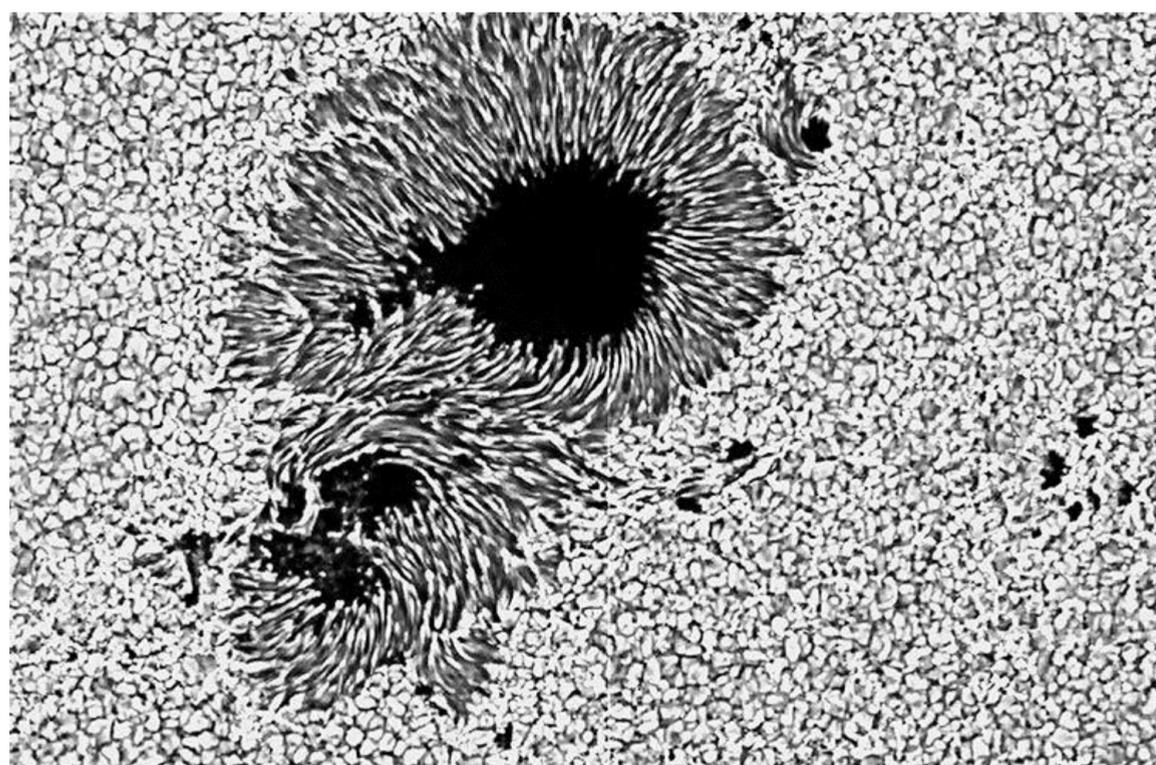
Солнце. Снимок в линии водорода Нальфа.

Даже ближайшие звезды отдалены от нас настолько, что в самые крупные телескопы почти все из них остаются такими же точками света, как и при наблюдении невооружённым глазом. Лишь в последние годы для самых крупных звезд – красных сверхгигантов, например, Бетельгейзе и Миры Кита – получены изображения их дисков, которые, однако, дают лишь очень приблизительное представление об их поверхности.

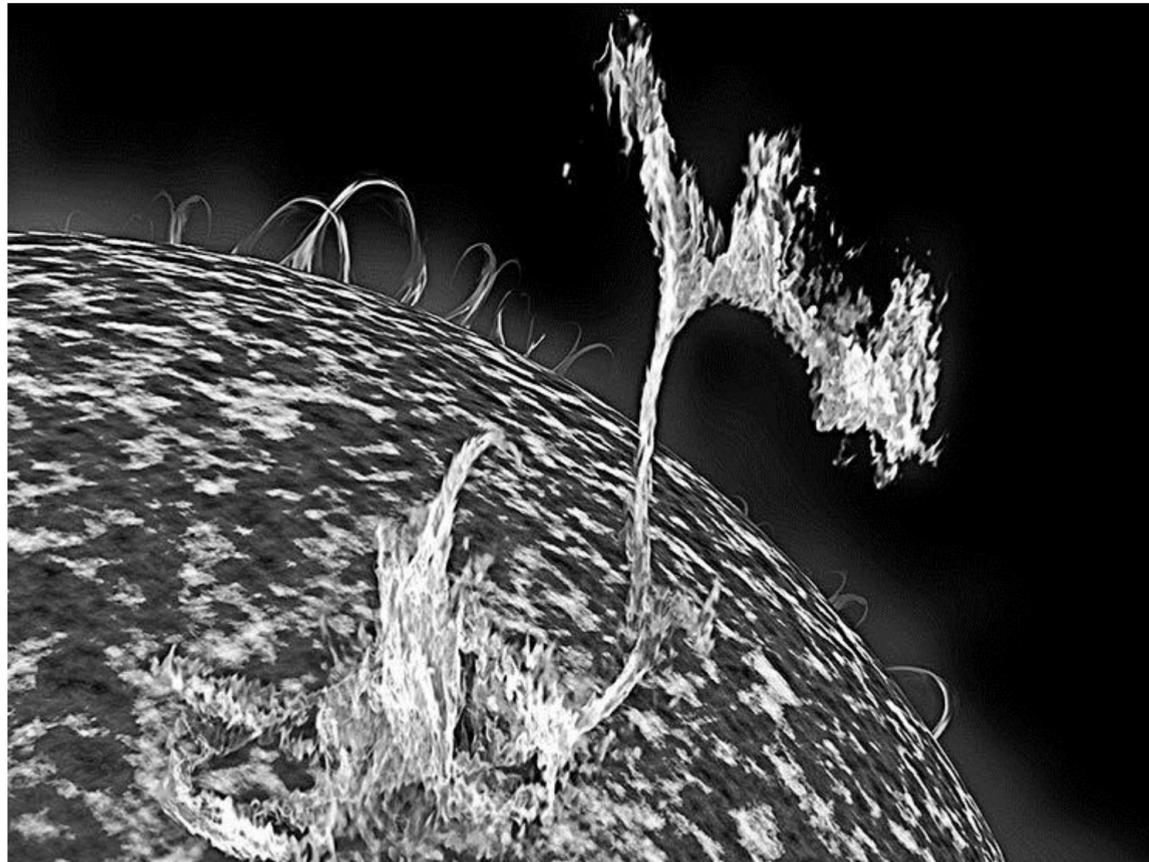
Другое дело Солнце, оно доступно для подробного изучения в каждый ясный день.



Фотография Солнца в ультрафиолетовом участке спектра, изображённая в «ложных цветах»



Солнечные пятна



Протуберанцы

Как и большинство других звезд, Солнце вырабатывает свою огромную энергию за счет происходящих в его недрах термоядерных реакций, прежде всего превращения водорода в гелий. На ослепительной поверхности, вооружившись телескопом с защитной пленкой, можно рассмотреть темные пятна. Это – участки солнечной поверхности, через которые проходят сильные магнитные поля. Они примерно на 2000 градусов холоднее, чем остальная поверхность Солнца, и выглядят по контрасту с ней черными пятнами, хотя в действительности имеют темно-оранжевый цвет. На видимой поверхности Солнца наблюдаются также светлые гранулы и темные волокна, яркие солнечные вспышки и гигантские выбросы вещества – протуберанцы. Солнце – источник не только видимого света, но и широкого диапазона других излучений: от радио- до ультрафиолетового и гамма-излучения. Вспышки, выбросы вещества на нашей звезде приводят к возмущению ионосферы Земли – мы слышим помехи в радиоприемниках и наблюдаем полярные сияния.

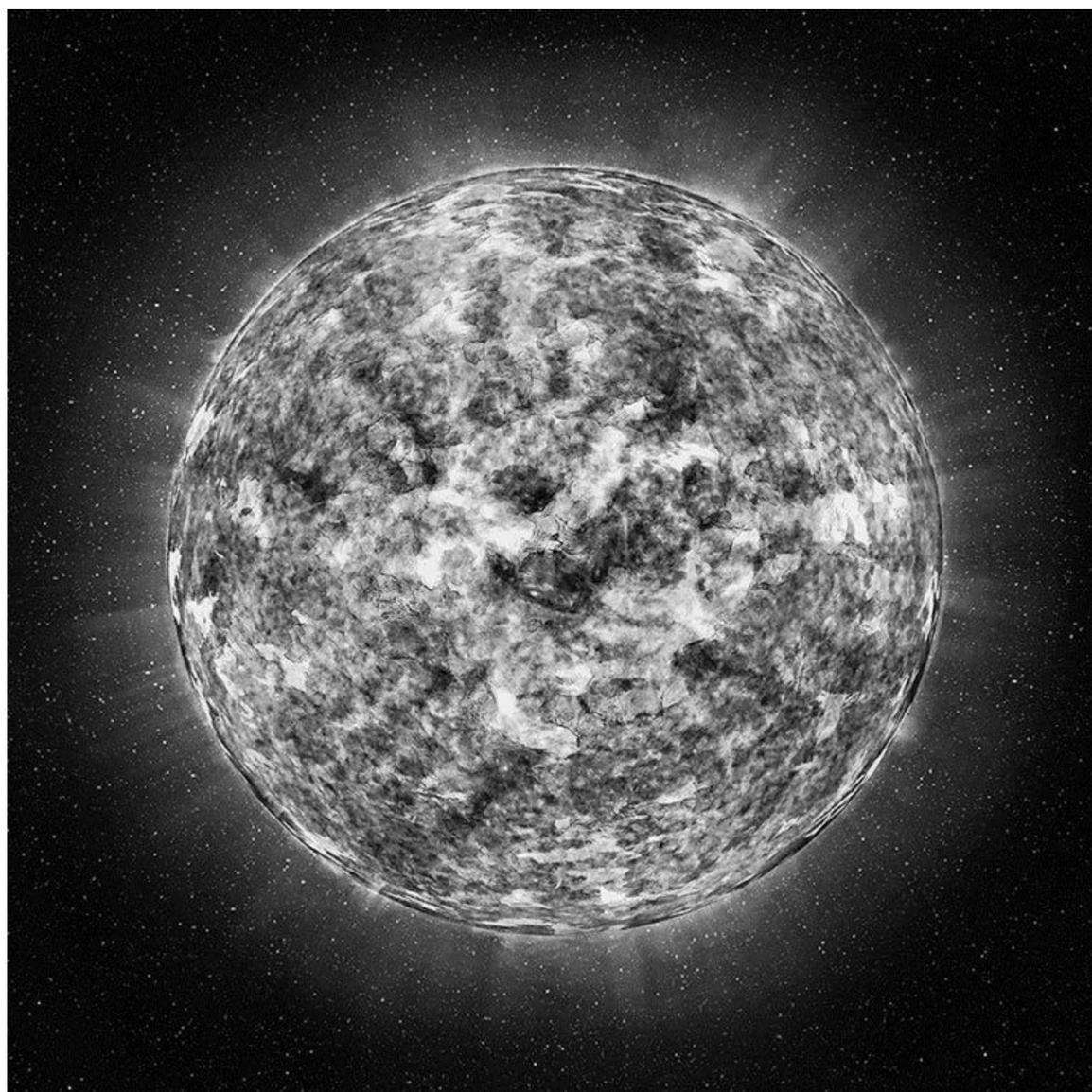
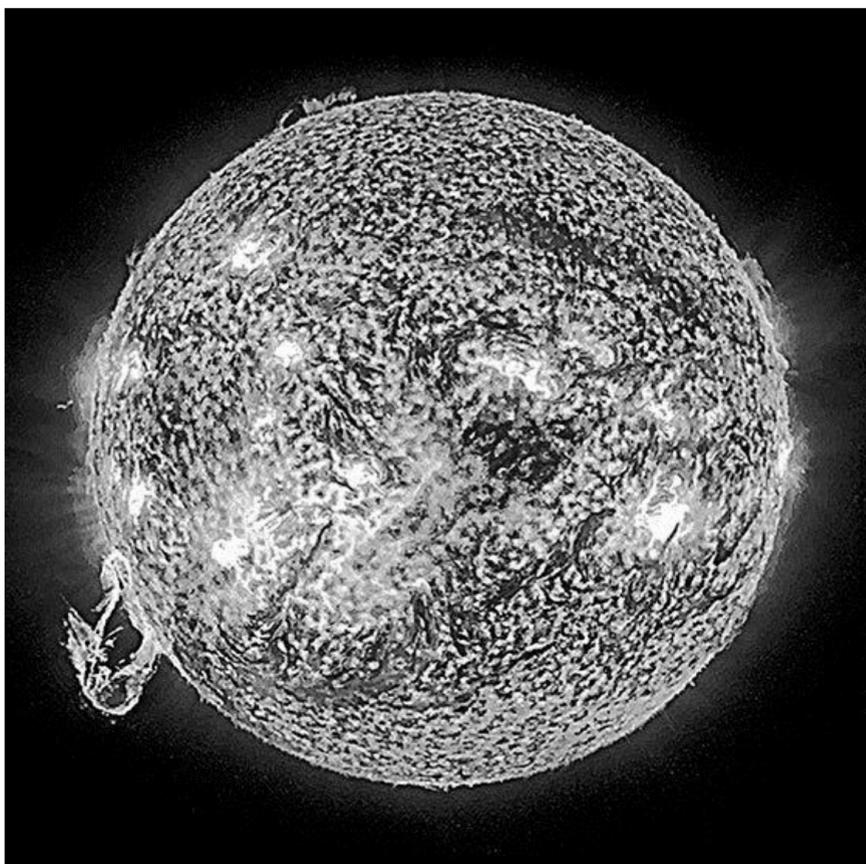
Как и все обычные звезды, Солнце – газовый шар, его наблюдаемая поверхность является, по сути, границей его атмосферы. Видимый светящийся слой солнечной атмосферы называется фотосферой. При полном солнечном затмении становится виден другой слой солнечной атмосферы – хромосфера – в виде красной полоски. Ее окружает протяженный внешний слой – солнечная корона – видимый как серебристо-жемчужное сияние.

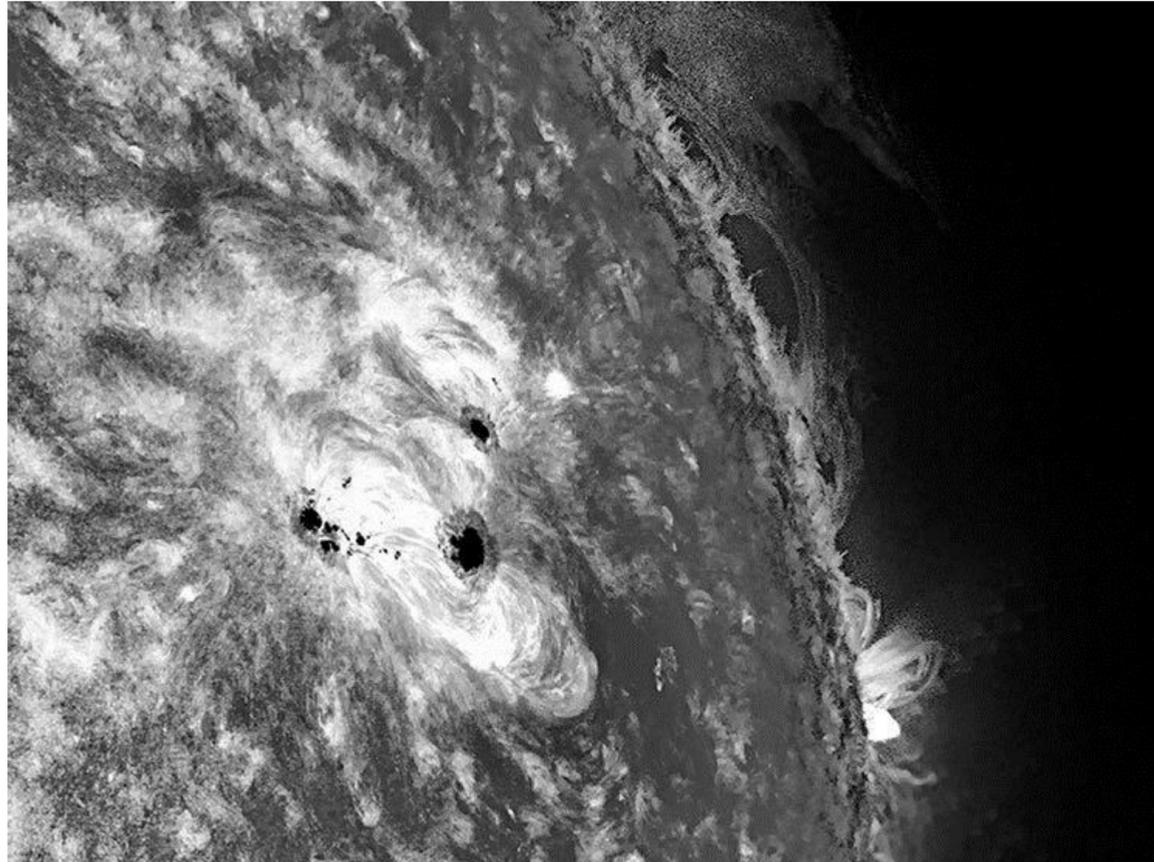
Наблюдения Солнца

«ВНИМАНИЕ! Никогда не направляйте телескоп на Солнце!» – такое предостережение, как правило, встречается на новом телескопе в виде яркой наклейки или ярлычка на трубе и ему стоит безоговорочно следовать, пока вы специально не подготовите ваш телескоп для наблюдений Солнца.

Без преувеличения можно сказать, что наблюдения Солнца – самый опасный вид астрономических наблюдений. Даже для невооруженного глаза Солнце – очень яркий объект, и просто посмотрев на него, без всякой оптики, можно сильно повредить сетчатку глаза. Телескоп же усиливает интенсивность потока солнечного света в десятки раз. Поэтому запомните главное правило: НИКОГДА НЕ СМОТРИТЕ НА СОЛНЦЕ В ТЕЛЕСКОП, БИНОКЛЬ ИЛИ ЛЮБОЙ ДРУГОЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРИБОР БЕЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВЕТОФИЛЬТРОВ!

Многие любители астрономии используют для наблюдений солнечный экран, закрепленный у окуляра телескопа. Его можно сделать самостоятельно, а некоторые модели телескопов уже укомплектованы им. И все же этот метод в последнее время теряет свою популярность. Во-первых, контраст изображения при таком способе довольно низкий, к тому же отслеживать объект сложнее, чем при просмотре в окуляр. Во-вторых, в зависимости от конструкции оптики телескопа и материалов, из которых изготовлены его детали, его можно испортить такими наблюдениями. Дело в том, что воздух внутри трубы и все оптические детали сильно нагреваются от лучей, особенно это касается тех узлов, которые находятся вблизи от фокуса телескопа. Это могут быть вторичное или диагональное зеркало, фильтры, окуляры, оборачивающие системы, фокусёр и т. д. Зачастую от сильного нагрева пластиковые корпуса окуляров просто плавятся на глазах, а линзы, которые от сильного нагрева пережаты в металлическом корпусе окуляра, лопаются. Наиболее безопасны наблюдения методом проекции для рефракторов и рефлекторов Ньютона, а наибольший риск повреждения оптики – у телескопов систем Максутова и Кассегрена, в которых используются и зеркала, и линзы. Кроме того, выходящий из окуляра яркий пучок света может попасть на чью-нибудь незащищенную руку или глаз и вызвать ожог, а в случае с глазом – нанести непоправимый ущерб зрению.





Опасны и фильтры, надевающиеся на окуляр телескопа. Из-за того, что они располагаются в непосредственной близости от точки фокуса, они тоже могут лопнуть, причем в момент наблюдения.

Наиболее безопасны апертурные солнечные фильтры, надеваемые на объектив телескопа. Они отсекают 99,999 % солнечного света, причем делают это на входе в трубу. Таким образом, и глаза наблюдателя, и внутренность телескопа защищены, конечно, при условии надежного крепления оправы фильтра. Апертурные фильтры делаются из специального стекла или специальной гибкой пленки. В последнем случае пленку можно купить отдельно и изготовить фильтр самостоятельно. Наиболее известны среди российских любителей астрономии пленки марок Baader Planetarium Astrosolar и Seymour Solar.

Существуют фильтры, а также специальные любительские телескопы, например марки Coronado, позволяющие наблюдать Солнце в спектральной линии водорода Н-альфа. Это позволяет, например, наблюдать протуберанцы вне затмения, а также факелы, яркие активные области и другие детали поверхности Солнца, например грануляцию – невидимые с применением обычных фильтров. К сожалению, из-за высокой цены (в среднем порядка нескольких тысяч долларов) телескопы Coronado и другие телескопы с фильтрами Н-альфа доступны очень небольшому числу любителей астрономии.

Многие организации любителей астрономии систематически занимаются наблюдениями Солнца, объединяя в своих рядах множество людей. Например, секция наблюдателей Солнца существует в Американской ассоциации наблюдателей переменных звезд (<https://www.aavso.org/solar>). В ее работе принимают участие более 100 любителей и профессионалов на 6 континентах. Они обеспечивают слежение за Солнцем в любой момент времени и независимо от погоды – если Солнце не видно в одной точке земного шара, оно обязательно видно где-то еще! Одно из основных направлений работы «солнечных» наблюдательских объединений – мониторинг солнечных пятен. Ведется учет числа групп солнечных пятен и общего количества отдельных пятен.

Астрономам-любителям доступен еще один интересный, хотя и трудоемкий, и требующий технической грамотности метод исследования солнечной активности. Речь идет об отслеживании так называемых внезапных ионосферных помех. Соответствующая программа AAVSO состоит из наблюдателей, которые следят за радиостанциями, передающими на сверхдлинных волнах (VLF), для обнаружения внезапного улучшения их сигналов. Так ионосфера Земли реагирует на интенсивное рентгеновское и ультрафиолетовое излучение во время солнечной вспышки. Возмущение ионосферы усиливает распространение VLF-радиоволн, которые отражаются от нее. Контролируя уровень сигнала далекого VLF-передатчика, наблюдатели регистрируют внезапные ионосферные возмущения, которые свидетельствуют о произошедшей солнечной вспышке. Все станции мониторинга в рамках программы AAVSO построены самими любителями.

4. Затмения

Двигаясь по орбите вокруг Земли, Луна иногда оказывается точно между Землей и Солнцем, закрывая собой солнечный диск. Такое явление называется солнечным затмением. Кроме того, Луна может оказаться и в тени Земли. Тогда происходит лунное затмение.

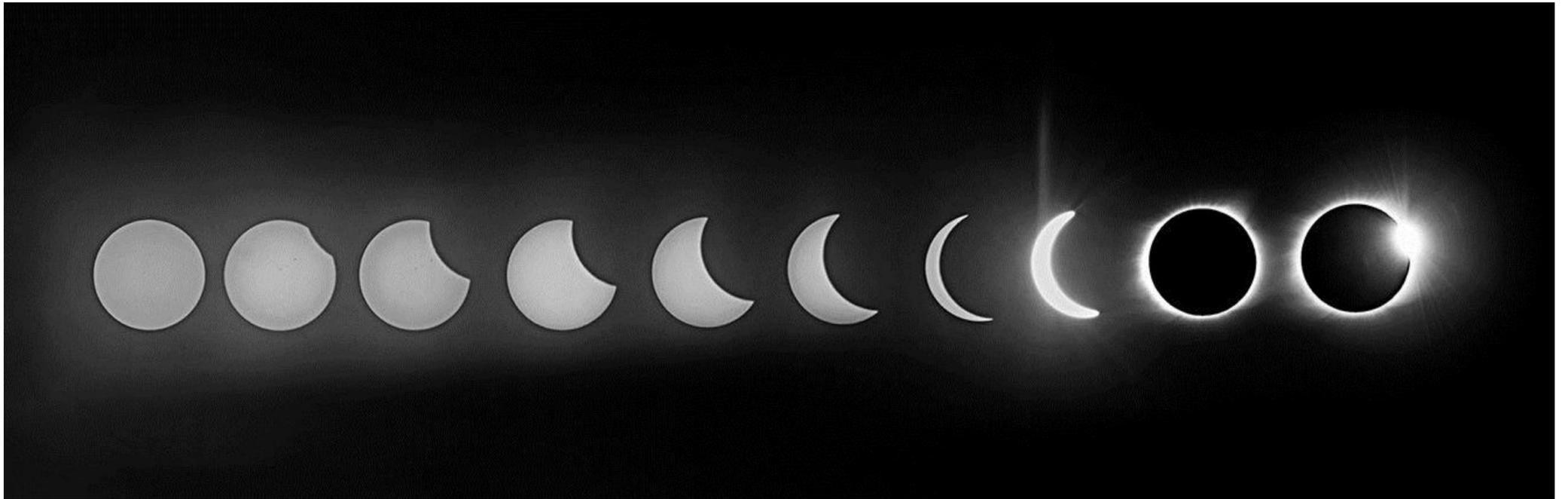
Эти явления пугали людей в древности, и пугаться было чего: среди бела дня гаснет Солнце или Луна, спокойно сияющая в ночи, начинает покрываться серой тенью, а потом становится похожей на тлеющий уголь... Сколько раз затмения оставались в хрониках и летописях как «знамения» – иногда радостные, но чаще зловещие.

В наши дни тоже приходится слышать о «дурном» или «благоприятном» влиянии затмений – от астрологов. Однако с точки зрения науки вообще и астрономии в частности, затмения не оказывают никакого влияния на жизнь Земли за исключением кратковременных метеорологических явлений во время полного солнечного затмения.

Как происходит полное солнечное затмение?

Солнечные затмения происходят в новолуние, но не каждое новолуние годится для этого. Поскольку плоскость орбиты Луны наклонена к плоскости орбиты Земли на 5 градусов, в момент новолуния Луна проходит то выше плоскости орбиты Земли, то ниже. И лишь иногда в момент новолуния Луна точно пересекает плоскость земной орбиты. Тогда и случаются солнечные затмения. Точки пересечения плоскостей земной и лунных орбит называются узлами лунной орбиты, и солнечное затмение может случиться, когда Луна находится не далее чем в 12 градусах от одного из них.

Тень Луны, бегущая по земной поверхности, не превышает в диаметре 270 км. Если наблюдатель находится в полосе тени, он видит полное солнечное затмение, при котором Луна полностью скрывает Солнце, небо темнеет, и на нём могут появиться планеты и яркие звёзды. Полная фаза длится всего несколько минут. Лунная тень бежит по земной поверхности со скоростью около 1 км/с. Космонавты с орбиты могут наблюдать на поверхности Земли бегущую тень от Луны. В Интернете доступны снимки лунной тени с геостационарных спутников.



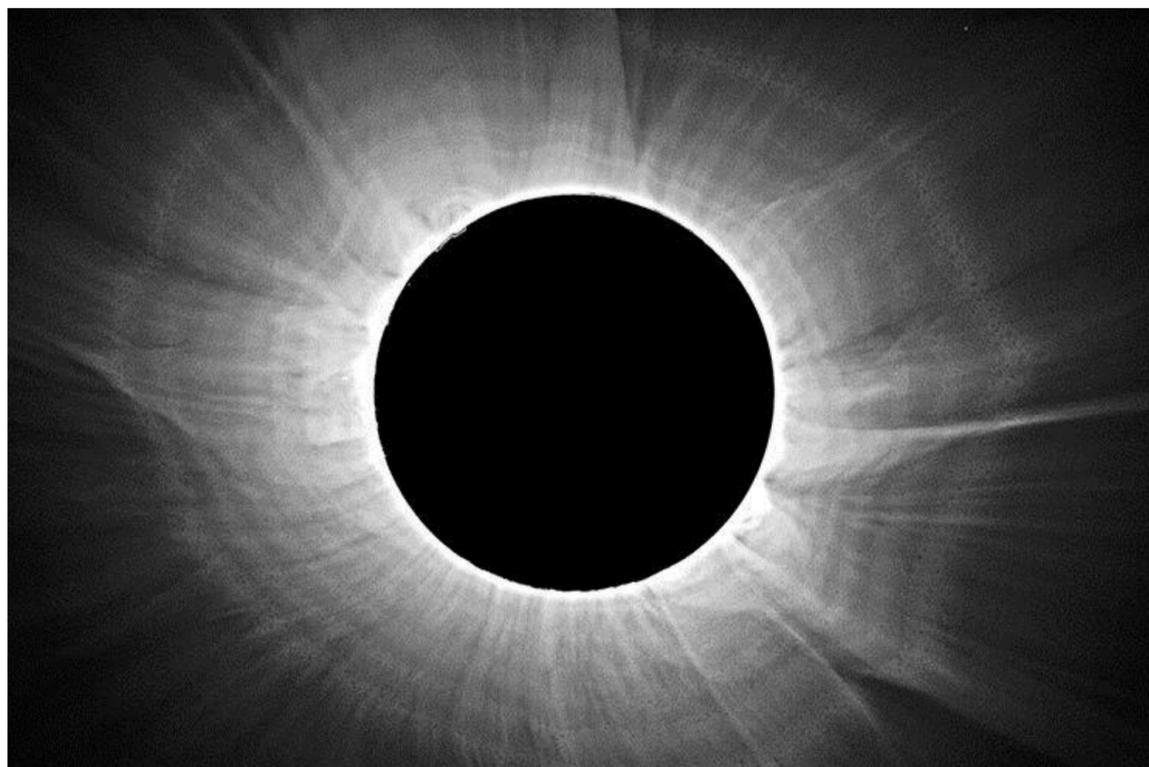
Вокруг темного пятна тени Луны располагается область полутени. Из местностей, которые попадают в эту область, наблюдаются частные (частичные) фазы затмения. Луна закрывает лишь часть солнечного диска.

Если затмение хотя бы где-то на поверхности Земли может наблюдаться как полное, оно называется полным. Если затмение может наблюдаться только как частное (такое бывает, когда конус тени Луны проходит вблизи земной поверхности, но не касается её), затмение классифицируется как частное. Если Луна во время затмения находится вблизи апогея своей орбиты, то есть дальше от Земли, чем в среднем, она может не закрыть полностью солнечный диск, который выглядывает из-за нее, как кольцо. Такое затмение называют кольцеобразным. В этом случае не темнеет небо, не видны солнечная корона и звезды.

Благодаря удачному совпадению, в настоящее время видимые диаметры Солнца и Луны при наблюдении их с Земли почти равны (около 30 угловых минут). Это позволяет Луне закрывать яркий диск Солнца целиком, в то же время оставляя открытыми внешние слои солнечной атмосферы – хромосферу и корону, которые делают зрелище особенно эффектным.

Под действием приливных сил Луна постепенно отдаляется от Земли. Через 600 миллионов лет она настолько удалится от нашей планеты, что полное солнечное затмение станет невозможно, но пока мы можем наблюдать эти захватывающие астрономические явления.





Человек, который находится в полосе лунной тени, видит примерно следующее:

Первое касание. Едва заметная выщербинка появляется на западной стороне Солнца. Начинаются частные (частичные) фазы затмения. Простым глазом еще незаметно никакой разницы в освещении.

Спустя примерно полчаса, когда Солнце закрывается наполовину, голубизна неба немного тускнеет. Освещение приобретает стальной оттенок.

Примерно за 15 минут до наступления полной фазы затмения небо к западу от Солнца становится темнее, чем к востоку. Так проявляется близкая тень Луны, бегущая по земной поверхности.

Солнце, имеющее вид узкого полумесяца, все еще очень яркое, но голубизна неба, постепенно насыщаясь, переходит в синевато-серый или фиолетовый цвет.

Пять минут до полного затмения. Полумесяц Солнца становится искрящейся белой узкой полоской.

Минуты переходят в секунды. Края яркой полосы Солнца разбиваются на отдельные пятна ослепительно белого света – последние лучи Солнца, пробивающиеся сквозь глубокие лунные долины. Справа от полумесяца может угадываться круглый силуэт луны, обрамленный опалово-белым свечением, который создает ореол вокруг потемневшего Солнца.

Затем остается лишь одна яркая точка, как бриллиант. Этот момент получил название «бриллиантового кольца». Точка стремительно уменьшается и гаснет.

Наступило полное затмение! На месте Солнца виден черный диск. Он окружен жемчужно-белым свечением короны, яркость которой примерно в два раза меньше, чем у полной Луны. По краям черного диска – красноватые протуберанцы, выбросы газа и плазмы над поверхностью Солнца.

Становится достаточно темно для того, чтобы увидеть Венеру, Меркурий и другие яркие планеты и звезды (примерно до 2 величины). По всему горизонту видно заревое кольцо – желтая полоска светлого неба – свидетельство того, что там находятся области, где затмение неполное.

Полная фаза подходит к завершению. На западе светлеет, в то время как на востоке темнота сгущается и убывает в сторону горизонта. В западной части Луны появляются выступы. Кромка Луны светлеет.

Неожиданно вновь вспыхивает бриллиантовое кольцо, потом светящихся точек становится несколько, затем Солнце опять становится полумесяцем, который быстро растет... Темная тень Луны пропадает на востоке.

Наблюдение солнечного затмения

При съемке солнечного затмения актуальны все те же меры предосторожности, что и при обычных наблюдениях и фотографировании Солнца. Нужно помнить, что даже 1 % солнечной поверхности, которая все еще видна из-за края лунного диска, светит в 10 000 раз ярче полной Луны. Длительное наблюдение в таких обстоятельствах способно непоправимо повредить сетчатку глаза. Никогда не смотрите на Солнце без надежных светофильтров вне фазы полного солнечного затмения!

Солнцезащитные очки, применяемые в быту, не являются светофильтрами. Они могут способствовать расслаблению глаз и снижению их усталости в яркий солнечный день, но даже не думайте об их использовании для наблюдения за Солнцем. Они плохо или совсем не защищают глаза. Опасно даже применение стекла, используемого в защитных масках для сварщиков. Возможно только применение специальных светофильтров, поглощающих большую часть инфракрасного и ультрафиолетового излучений.

Частные фазы затмения можно также наблюдать методом проекции, аналогично обычным наблюдениям солнечных пятен.

Один из безопасных способов наблюдения за Солнцем во время частного затмения – или в любое другое время – это применение «камеры-обскуры» – прибора, позволяющего получить изображение Солнца методом проекции, но при этом не имеющего линз. Существуют сложные камеры-обскуры, которые можно сделать из картонных коробок, но полностью пригодный (и мобильный) вариант – это использование двух тонких плотных кусков белого картона. Необходимо проделать маленькую сквозную дыру в одном из кусков картона и направить солнечный свет через эту дыру на второй кусок картона, находящийся под ним. Он будет служить экраном.



Эффект камерьобскуры: солнечные блики в виде серпа во время затмения

Образуется перевернутое изображение Солнца. Для увеличения изображения необходимо поместить экран подальше от отверстия. Не расширяйте отверстие, иначе оно не сможет сфокусировать изображение Солнца. При наблюдении стойте спиной к Солнцу. Солнечный свет должен проходить над вашим плечом сквозь отверстие и формировать изображение на находящемся под ним картонном экране. Ни в коем случае нельзя смотреть на Солнце через отверстие!

Природная камера-обскура – это солнечные блики в тени деревьев, которые мы видим под ногами. Они неслучайно имеют круглую форму, каждый из них – это маленькое изображение Солнца. Во время частных фаз затмения они тоже принимают форму солнечного серпа.

Можно наблюдать частные фазы затмения и с помощью обыкновенного кухонного дуршлага. Если поместить его на достаточно далекое расстояние от пола или стены, так чтобы он отбрасывал тень, но она уже не была очень четкой, световые пятна от дырочек тоже приобретут форму затмившегося Солнца.

Фотографии солнечного затмения можно получить с помощью обычных цифровых камер, соблюдая следующие меры предосторожности (оптика и электроника подвержены таким же опасностям воздействия прямых солнечных лучей, как и телескопы).

Используйте нейтрально-серый светофильтр (ND-фильтр). Этот фильтр представляет собой темное стекло, накручивающееся на объектив. ND-фильтры бывают различной плотности (различной степени затемнения). Для наших целей лучше брать фильтры довольно темные, с маркировкой ND16 – ND1000. Такой фильтр уберезет и камеру, и ваши глаза при съемке через видоискатель. Лучше использовать качественный фильтр, изготовленный не из пластика, а из оптического стекла. Не направляйте фотоаппарат на Солнце в течение длительного времени. Быстро наводимся, снимаем, отводим объектив в сторону.

Не используйте длительные выдержки (длиннее 1/30 с). Во-первых, это бесполезно, и вы скорее всего получите сильно пересвеченный кадр. Во-вторых, чем длиннее выдержка – тем больше времени матрица фотоаппарата будет греться под интенсивными солнечными лучами.

Реальную опасность при съемке Солнца представляют телеобъективы (фокусное расстояние более 70 мм экв.). Чем больше фокусное расстояние, тем крупнее у нас в кадре будет получаться Солнце и тем более интенсивный поток света от него будет проходить в объектив. Значит и риск повредить глаза и аппаратуру возрастает. С другой стороны, широкоугольными объективами можно снимать без опаски: с ними риск повредить аппарат практически равен нулю. Чем более длиннофокусный объектив вы используете (чем с большим зумом снимаете), тем внимательнее стоит прислушаться к данным советам. Сверхширокоугольные объективы опасности не представляют.

Полную фазу затмения можно снимать без светофильтра, однако всегда следует помнить о том, что она очень быстро заканчивается.

Полные солнечные затмения до 2050 г.

Дата	Продолж. полной фазы	Где видно
2 июля 2019	4 мин 33 с	Полное: центральные части Аргентины и Чили, Туамоту Частное: Южная Америка, остров Пасхи, Галапагосские острова, юг Центральной Америки, Полинезия
14 декабря 2020	2 мин 10 с	Полное: южные части Чили и Аргентины, Кирибати, Полинезия Частное: центральная и южная части Южной Америки, юго-запад Африки, Антарктический полуостров, Земля Элсуорта, западная Земля Королевы Мод
4 декабря 2021	1 мин 54 с	Полное: Антарктида Частное: Южная Африка, юг Атлантики
20 апреля 2023	1 мин 16 с	Гибридное: Индонезия, Австралия, Папуа — Новая Гвинея Частное: юго-восточная Азия, Филиппины, Новая Зеландия
8 апреля 2024	4 мин 28 с	Полное: Мексика, центральная часть США, Восточная Канада Частное: Северная Америка, Центральная Америка

Дата	Продолж. полной фазы	Где видно
12 августа 2026	2 мин 18 с	Полное: Арктика, Гренландия, Исландия, Испания Частное: север Северной Америки, Западная Африка, Европа
2 августа 2027	6 мин 23 с	Полное: Марокко, Испания, Алжир, Ливия, Египет, Саудовская Аравия, Йемен, Сомали Частное: Африка, Европа, Средний Восток, Западная Азия, Южная Азия
22 июля 2028	5 мин 10 с	Полное: Австралия, Новая Зеландия Частное: юго-восточная Азия, восток Индийского океана
25 ноября 2030	3 мин 44 с	Полное: Ботсвана, Южная Африка, Австралия Частное: Южная Африка, юго-восток Индийского океана, Австралия, Антарктида
14 ноября 2031	1 мин 08 с	Гибридное: Тихий океан, Панама Частное: Юг США, Центральная Америка, северо-запад Южной Америки
30 марта 2033	2 мин 37 с	Полное: восточная Россия, Аляска Частное: Северная Америка

Дата	Продолж. полной фазы	Где видно
20 марта 2034	4 мин 09 с	Полное: Нигерия, Камерун, Чад, Судан, Египет, Саудовская Аравия, Иран, Афганистан, Пакистан, Индия, Китай Частное: Африка, Европа, западная Азия
2 сентября 2035	2 мин 54 с	Полное: Китай, Корейский полуостров, Япония, Тихий океан Частное: Восточная Азия, Тихий океан
13 июля 2037	3 мин 58 с	Полное: Австралия, Новая Зеландия Частное: Австралия, Тихий океан
26 декабря 2038	2 мин 18 с	Полное: Австралия, Новая Зеландия, юг Тихого океана Частное: Юго-Восточная Азия, Австралия, Новая Зеландия, юг Тихого океана, Антарктида
15 декабря 2039	1 мин 51 с	Полное: Антарктида Частное: юг Южной Америки
30 апреля 2041	1 мин 51 с	Полное: Ангола, Республика Конго, Уганда, Кения, Сомали Частное: Бразилия, Африка, Средний Восток
20 апреля 2042	4 мин 51 с	Полное: Малайзия, Индонезия, Филиппины, север Тихого океана Частное: Восточная и Юго-Восточная Азия, Австралия, Тихий океан

Дата	Продолж. полной фазы	Где видно
9 апреля 2043	—	Полное: северо-восток России Частное: север Северной Америки, северо-восток Азии
23 августа 2044	2 мин 04 с	Полное: Гренландия, Северная Канада, Монтана, Северная Дакота Частное: Северная Азия, запад Северной Америки, Гренландия
12 августа 2045	6 мин 06 с	Полное: Юг США, Гаити, Доминиканская Республика, Венесуэла, Гайана, Французская Гвиана, Суринам, Бразилия Частное: Северная Америка, Центральная Америка, Южная Америка, Западная Африка
2 августа 2046	4 мин 51 с	Полное: Бразилия, Ангола, восток Намибии, Ботсвана, Южная Африка, Свазиленд, южный Мозамбик Частное: Африка
5 декабря 2048	3 мин 28 с	Полное: Чили, Аргентина, Намибия, Ботсвана Частное: юг Южной Америки, юго-запад Африки
20 мая 2050	0 мин 21 с	Гибридное: юг Тихого океана Частное: Новая Зеландия, юго-запад Южной Америки

Лунные затмения

Эти явления не такие эффектные, как солнечные затмения, но тоже представляют большой интерес как для ученых, так и для астрономов-любителей.

Лунное затмение наступает, когда Луна попадает в конус земной тени. Явление это может произойти только в полнолуние, но, как и в случае с солнечным затмением, необходима еще и близость Луны к одному из узлов ее орбиты.

Лунные затмения, как и солнечные, бывают полными и частными. При полной фазе Луна полностью входит в тень Земли, при частной, как следует из названия, – лишь частично. Кроме того, бывают полутеневые лунные затмения, когда Луна проходит лишь сквозь полутень Земли, не касаясь тени. В этом случае потемнение лунного диска практически незаметно для невооруженного глаза, и лишь иногда, когда Луна подходит близко к границе тени, становится заметно небольшое потемнение с одного края.

Ширина конуса земной тени на расстоянии лунной орбиты – примерно 2,5 диаметра Луны. Поэтому продолжительность полной фазы у лунного затмения намного больше, чем у солнечного. Она может достигать 108 минут, если Луна проходит через центр земной тени.

Другое отличие лунных затмений от солнечных состоит в том, что их можно наблюдать из любого места на Земле, где Луна в этот момент находится над горизонтом, и всюду она выглядит практически одинаково, в то время как солнечные наблюдаются вдоль довольно узкой полосы, и величина фазы затмения (степень закрытия солнечного диска) для каждой местности своя.

Рассмотрим ход полного лунного затмения.

Затмение начинается с потемнения края лунного диска. Тень покрывает Луну, и в какой-то момент она становится похожа на обычный лунный полумесяц в фазе первой четверти. Несведущие люди, посмотрев в это время на небо, могут не заметить ничего необычного, хотя те, кто хоть немного знаком с астрономией, наверняка обратят внимание, что этот полумесяц виден не в том месте и не в то время, когда может быть видна данная фаза, а наиболее наблюдательные заметят, что и ориентация, и форма тени все-таки отличаются от обычных.

Затем серп продолжает уменьшаться. При больших фазах он уже не похож на обычные фазы Луны – становится видно, что тень «срезает» ее, оставляя лишь маленький кусочек.

Во время полной фазы лунного затмения Луна почти всегда не гаснет полностью, а остается видимой, но цвет ее меняется. Дело в том, что солнечные лучи, преломляясь в земной атмосфере, частично освещают Луну и во время затмения (в небе Луны в это время висит темная Земля, окруженная ярким ободком атмосферы). Преломляются в основном красные лучи (синие рассеиваются в земной атмосфере), поэтому цвет Луны варьируется от темно-серого или коричневого (когда Луна находится близ центра земной тени) до медно-красного или оранжевого.

Для оценки цвета и яркости Луны во время затмения используется шкала Данжона:

Оценка	Описание
0	Очень тёмное затмение. Луна почти невидима, особенно в середине полной фазы
1	Тёмное затмение, цвет луны серый или коричневатый. Детали различимы с трудом
2	Затмение темно-красного или ржавого цвета. Центральная часть тени очень тёмная, а её внешний край сравнительно яркий
3	Кирпично-красное затмение. Тень обычно имеет яркий или жёлтый ободок
4	Очень яркое медно-красное или оранжевое затмение. Тень имеет синеватый, очень яркий ободок

Наблюдения лунных затмений могут принести некоторую научную пользу, так как дают материал для изучения структуры земной тени и состояния верхних слоев атмосферы Земли. Любительские наблюдения частных лунных затмений сводятся к точной регистрации моментов касаний, фотографированию, зарисовкам и описанию изменений яркости Луны и лунных объектов в затмившейся части Луны. Моменты касания лунного диска с земной тенью и схождения с нее фиксируются (с возможно большей точностью) по часам, выверенным по сигналам точного времени. Необходимо отмечать и контакты земной тени с крупными объектами на Луне. Наблюдения можно проводить невооруженным глазом, в бинокль или телескоп. Конечно же, наибольшая точность достигается при наблюдении в телескоп. Для регистрации контактов затмения необходимо установить на телескопе максимальное для него увеличение и направить его на соответствующие точки касания диска Луны с земной тенью за несколько минут до предсказанного момента. Все записи заносятся в журнал наблюдений.



Если в распоряжении любителя астрономии имеется фотоэкспонетр (прибор, измеряющий яркость объекта), то с его помощью можно построить график изменения яркости лунного диска в течение затмения. Для этого надо установить экспонетр так, чтобы его чувствительный элемент был направлен точно на диск Луны. Показания прибора снимаются через каждые 2–5 минут и записываются в таблицу тремя столбцами: номер замера яркости, время и яркость Луны. По окончании затмения, используя данные таблицы, можно будет вывести график изменения яркости Луны во время этого астрономического явления. В качестве экспонетра можно использовать любой фотоаппарат, где имеется система автоматического экспонирования со шкалой экспозиций.

Фотографирование явления можно производить любым фотоаппаратом, имеющим съёмный объектив. При съёмке затмения объектив из фотоаппарата удаляется, а корпус аппарата прикладывается к окулярной части телескопа при помощи переходника. Это будет съёмка с окулярным увеличением. Если объектив вашего фотоаппарата несъёмный, то можно просто приставить аппарат к окуляру телескопа, но качество такого снимка будет хуже. При наличии у вашего фотоаппарата или видеокамеры функции Zoom необходимость в дополнительных увеличительных средствах, как правило, отпадает, т. к. размеры Луны при максимальном увеличении такой камеры достаточны для съёмки.

Тем не менее лучшее качество снимков получается при фотографировании Луны в прямом фокусе телескопа (вынув окуляр и поместив на его место фотоаппарат со снятым объективом). В такой оптической системе объектив телескопа автоматически становится объективом фотоаппарата, только с большим фокусным расстоянием.

Полные лунные затмения до 2050 года

Дата	Время UTC (середины затмения)	Продолжительность (мин)	
		Вместе с част- ными фазами	Полная фаза
2018 Январь 31	13:30	204	76
2018 Июль 27	20:22	236	104
2019 Июнь 21	5:12	198	62

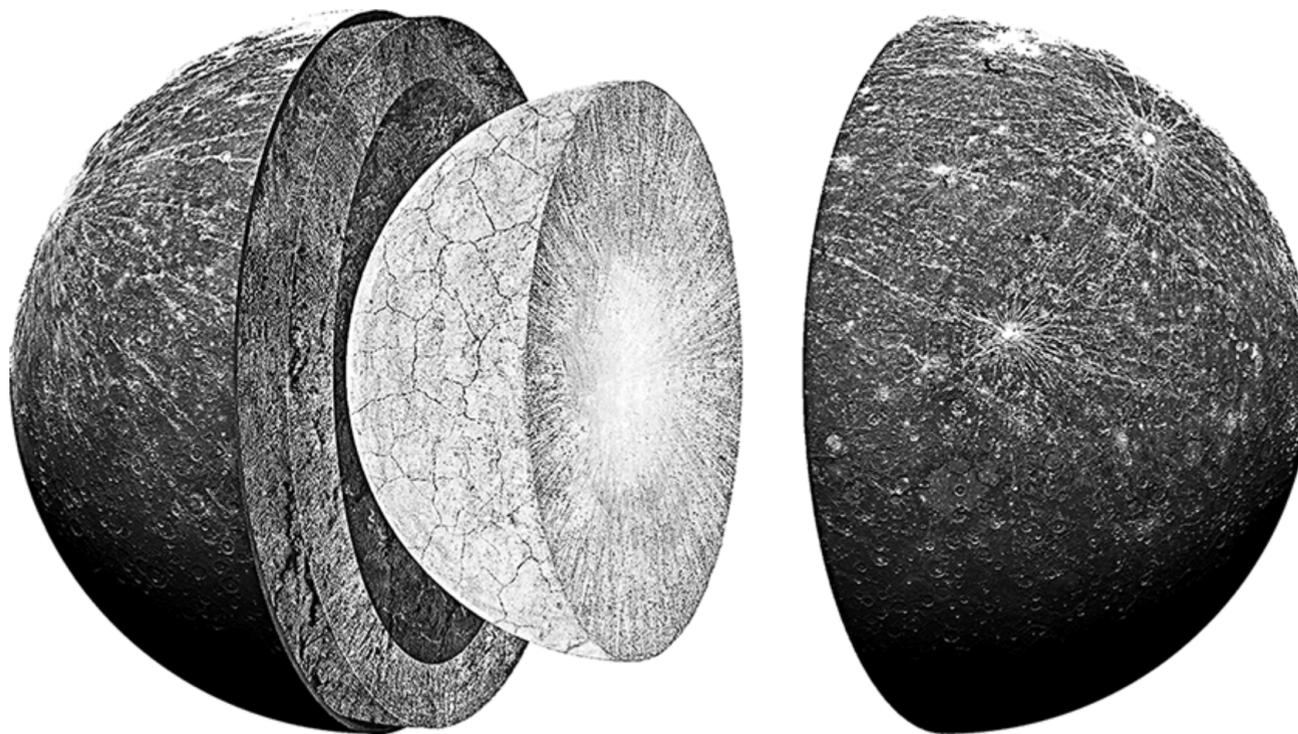
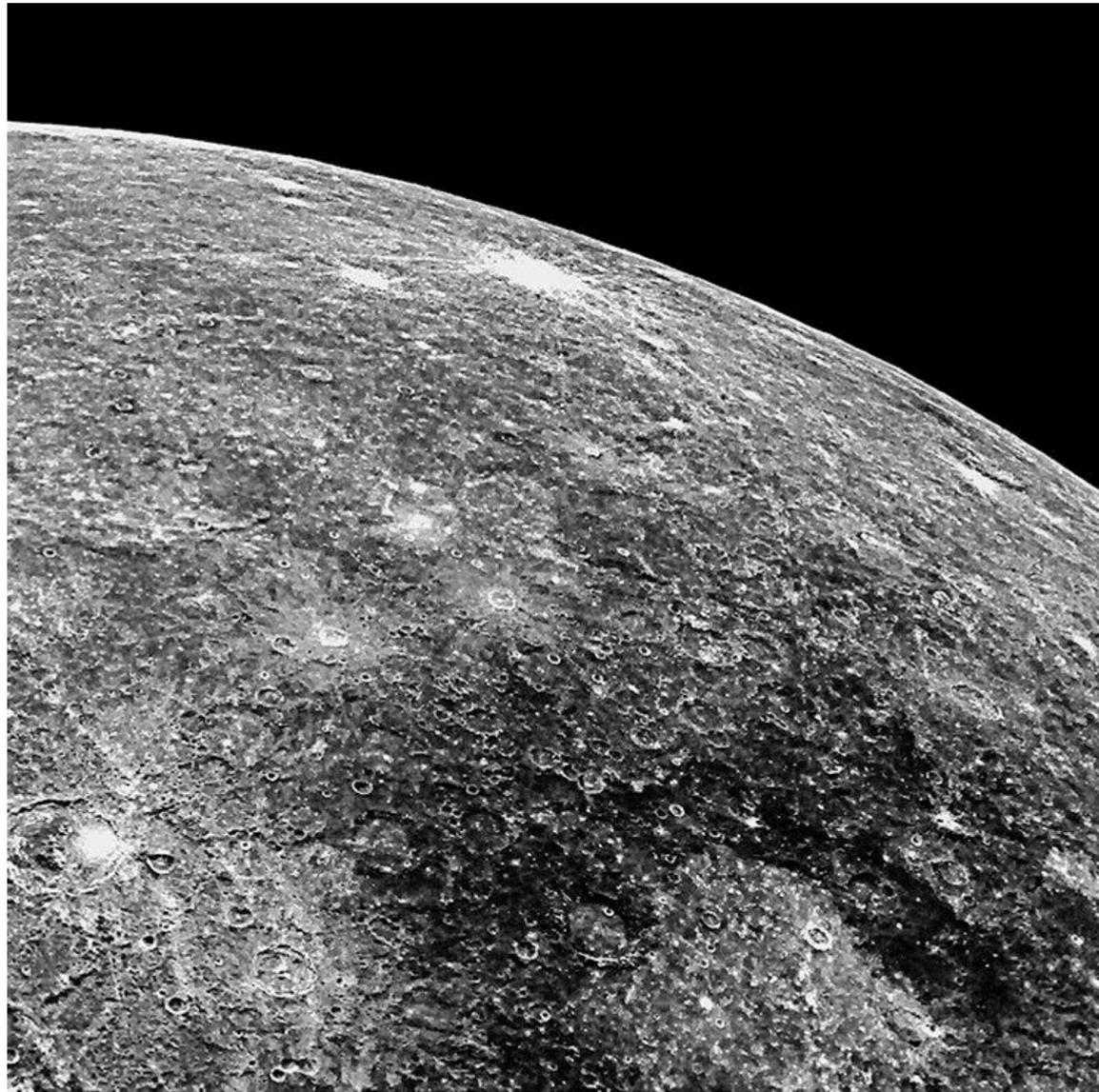
2021 Май 26	11:19	188	18
2022 Май 16	4:11	208	86
2022 Ноябрь 08	10:59	220	86
2025 Март 14	6:59	218	66
2025 Сентябрь 07	18:12	210	82
2026 Март 03	11:33	208	60
2028 Декабрь 31	16:52	210	72
2029 Июнь 26	3:22	220	102
2029 Декабрь 20	22:42	214	54
2032 Апрель 25	15:13	212	66
2032 Октябрь 18	19:02	196	48
2033 Апрель 14	19:12	216	50
2033 Октябрь 08	10:55	204	80
2036 Февраль 11	22:11	202	76
2036 Август 07	2:51	232	96
2037 Январь 31	14:00	198	64
2040 Май 26	11:45	212	92
2040 Ноябрь 18	19:03	222	88
2043 Март 25	14:30	216	54
2043 Сентябрь 19	1:50	206	72
2044 Март 13	19:37	210	68
2044 Сентябрь 07	11:19	206	36
2047 Январь 12	1:24	210	70
2047 Июль 07	10:34	220	102
2048 Январь 01	6:52	214	56
2050 Май 06	22:30	206	44
2050 Октябрь 30	3:20	194	36

5. Меркурий и Венера

Яркие, видимые невооруженным глазом планеты, как правило, становятся одними из первых объектов, которые начинающий любитель астрономии учится находить на небе и наблюдает в имеющиеся оптические приборы. Набравшись опыта, можно найти в телескоп и далекие гиганты – Уран и Нептун, а кое-кто из любителей имеет возможность наблюдать «разжалованный» в карликовые планеты Плутон и его «собратьев». Мы поведем рассказ о планетах в порядке их удаленности от Солнца.

Вначале – о двух так называемых внутренних планетах. Они называются так потому, что их орбиты расположены ближе к Солнцу, чем земная орбита, т. е. лежат внутри нее. Эти планеты – Меркурий и Венера.





Меркурий, детали его поверхности и модель внутреннего строения планеты. По материалам аппарата «Мессенджер»

Меркурий

Меркурий – ближайшая к Солнцу планета. Среднее расстояние между ним и Солнцем – 58 млн километров. Год на Меркурии длится 88 суток. У планеты обнаружена сильно разреженная гелиевая атмосфера. Давление, создаваемое такой атмосферой, в 500 млрд раз меньше, чем давление воздуха у поверхности Земли.

Из-за своей близости к Солнцу Меркурий – довольно сложный объект для наблюдений, недаром среди любителей астрономии популярно его прозвище – «неуловимая планета». На земном небе он не отходит от Солнца больше чем на $28,3^\circ$. В средних широтах Меркурий всегда виден на фоне зари, и только вблизи экватора, где сумерки длятся меньше, иногда сияет и на потемневшем небе.

Видимый блеск Меркурия в периоды максимальной элонгации (т. е. наибольшего углового удаления от Солнца) может достигать $-1,3^m$, что сравнимо с Сириусом – ярчайшей звездой земного неба. Благодаря этому планету все же можно разглядеть невооруженным глазом даже на светлом небе, если хорошенько поискать (будучи натренированным в подобных поисках). Однако периоды видимости Меркурия коротки: планету можно попытаться

разглядеть на вечернем или утреннем небе в течение недели до и после максимальной элонгации. Такие моменты наступают несколько раз в году, но из-за вытянутости орбиты Меркурия и различного положения эклиптики над горизонтом в течение года планета не всегда поднимается достаточно высоко. Наиболее удобны для наблюдения вечерние элонгации Меркурия, приходящиеся на март-апрель, и утренние – в сентябре-октябре. Меркурий можно наблюдать невооруженным глазом примерно в течение часа на сумеречном небе. В бинокль же планета видна и непосредственно после захода или перед восходом Солнца.

Телескопические наблюдения Меркурия – очень непростое дело. Из-за невысокого положения над горизонтом его свет проходит через толстый слой атмосферы, вследствие чего изображение планеты в телескопе постоянно дрожит и искажается – и лишь на какие-то мгновения появляется спокойная четкая картинка. Меркурий можно попытаться наблюдать в телескоп в дневное время – после восхода или до заката Солнца, когда он поднимается выше (для этого можно использовать телескоп с координатными кругами для наведения или с автоматической системой наведения на объект). **Но необходимо соблюдать высочайшую осторожность – чтобы прямые лучи Солнца не попадали в не защищенный солнечными светофильтрами телескоп.**

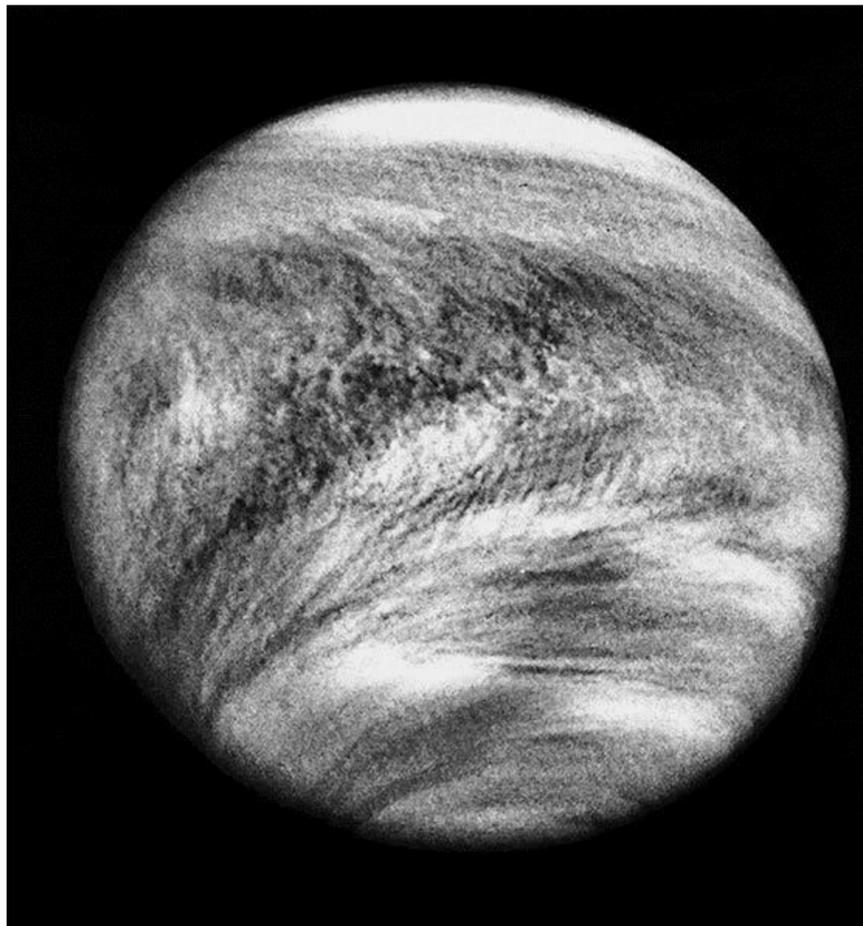
Увидеть на поверхности Меркурия в любительские (как и в профессиональные) телескопы удается немного. Поверхность этой планеты удалось изучить только космическим аппаратам. С Земли же можно разглядеть фазы Меркурия, подобные фазам Луны (для этого нужен телескоп с апертурой примерно от 80 мм и увеличение от 100 крат). В периоды максимальной элонгации освещена примерно половина диска Меркурия. Узкий серп или полный диск этой планеты наблюдать невозможно, так как она подходит в это время слишком близко к Солнцу.

Различить детали на диске Меркурия – задача не для слабонервных. Существует множество противоречивых сведений о наблюдении различных темных пятен на его поверхности. Некоторые наблюдатели сообщают о том, что в телескопы средних размеров они могут разглядеть детали, другие же ничего не видят на диске планеты. Безусловно, успех зависит не только от размера телескопа и его оптических качеств, но и от опыта наблюдателя, а также от условий наблюдения.

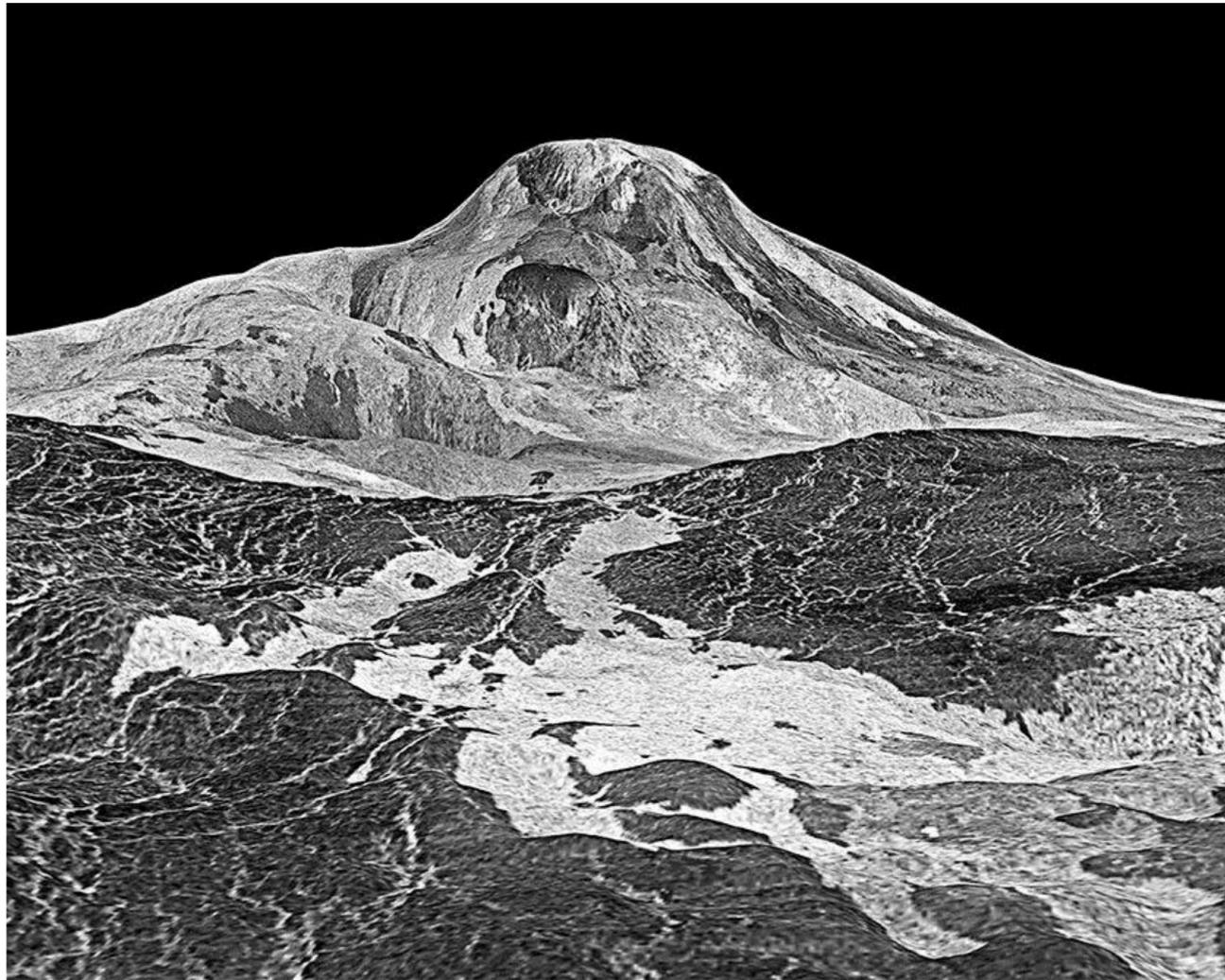
Венера

Венера – самый яркий после Солнца и Луны объект земного неба. Полный оборот вокруг Солнца Венера совершает за 225 суток. Период вращения вокруг оси равен 243 суткам, т. е. продолжительность суток самая большая среди планет. Атмосфера Венеры на 96,5 % состоит из углекислого газа и на 3,5 % из азота и по плотности более чем в 90 раз превосходит земную.

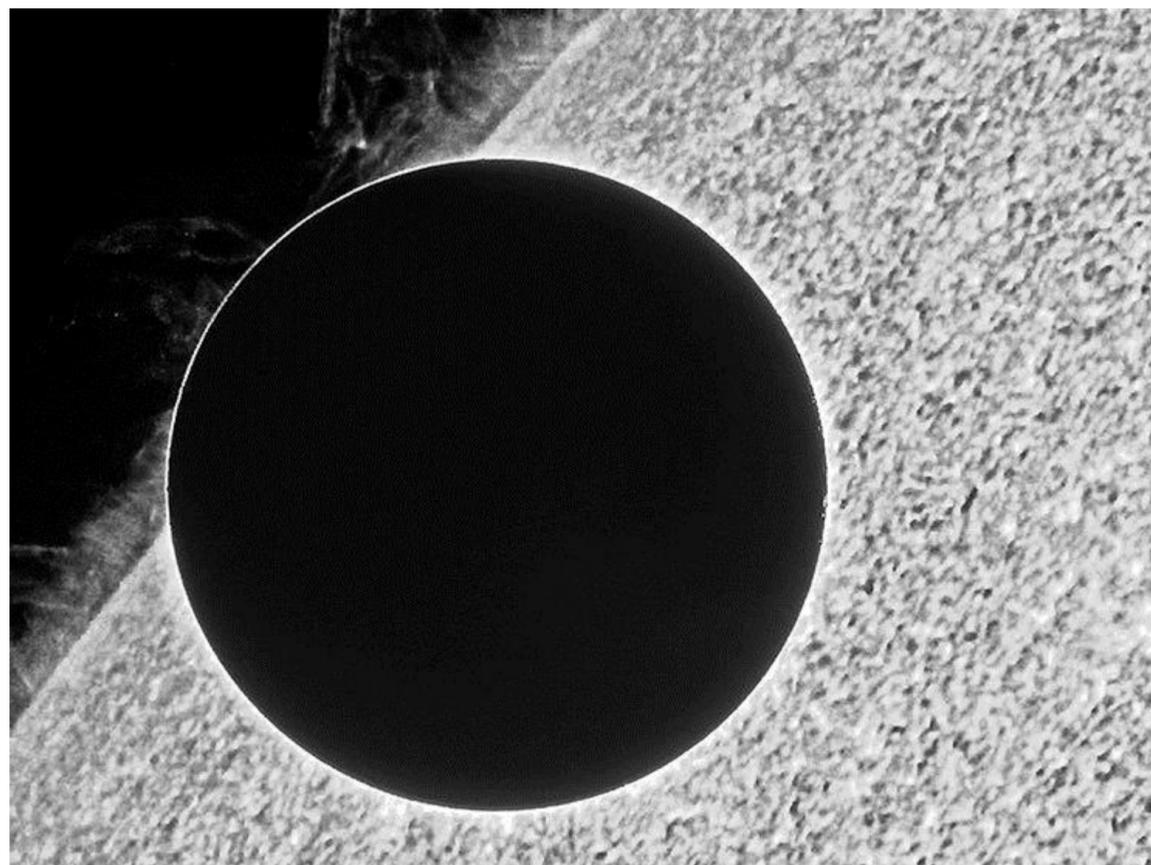
Венера более удобна для наблюдения, чем Меркурий. Она тоже всегда видна поблизости от Солнца, но отходит от него дальше – до 47 градусов. Кроме того, Венера исключительно ярка. При некотором навыке и благоприятных условиях ее можно увидеть невооруженным глазом даже днем! Желающим провести этот эксперимент можно посоветовать найти Венеру на сумеречном небе в период ее утренней видимости и, дождавшись восхода Солнца, стараться не упускать планету из виду. Как правило, это удастся довольно долго. Можно также, зная положение Венеры относительно Солнца, искать ее перед его закатом. Хорошим ориентиром для поисков Венеры в дневное время может стать молодой или старый серпик Луны, в дни, когда они видны рядом друг с другом. Луну, как правило, легко можно найти на светлом дневном небе, а возле нее можно отыскать и небольшую белую точку.



Венера. Снимок в ультрафиолетовом диапазоне с аппарата «Пионер-Венера-1»



Гора Маат на Венере. Компьютерная модель по радиолокационным данным



Венера во время прохождения по диску Солнца 6 июня 2012 года

В вечерние же и утренние часы в периоды наибольшей элонгации, эта ослепительно-яркая немерцающая «звезда» обращает на себя внимание даже людей, не интересующихся астрономией... вследствие чего, к сожалению, начинают пополняться подборки сообщений об НЛО и слухов о «планете Нибиру»... В периоды наилучшей видимости Венеру можно наблюдать в течение нескольких часов, в том числе и на полностью темном небе. Как правило, такие периоды длятся около месяца, но и в менее благоприятное время Венеру довольно легко найти, если она поднимается над горизонтом.

Поиски Венеры на светлом небе, как и в случае с Меркурием, может облегчить бинокль. Более того, большого бинокля (с апертурой от 50–70 мм и увеличением 15–20 крат) – хватит для наблюдения фаз Венеры в периоды ее наибольшего приближения к Земле.

Телескоп, в отличие от бинокля, дает шанс попытаться разглядеть что-то еще, кроме фазы. Однако наблюдением Венеры очень мешает ее чрезвычайно яркий блеск, который буквально слепит глаза. Решить эту проблему можно несколькими способами. Например, установив поляризационный светофильтр. Или, опять же, – проводя телескопические наблюдения Венеры в дневное время, когда контраст между светлым небом и яркой планетой меньше.

Телескопические наблюдения Венеры на дневном небе можно проводить почти круглый год. Только в течение двух недель до и после её верхнего соединения (когда планета находится на противоположной Земле стороне от Солнца) Венеру невозможно наблюдать в телескоп из-за чрезмерной близости к Солнцу.

В телескоп видны очень немногие детали поверхности Венеры. Если быть точным, то это детали ее атмосферы – светлые или темные образования в верхних слоях облаков. Они едва заметны, а некоторые не могут заметить их и вовсе. В любом случае для их наблюдения нужен телескоп с диаметром объектива как минимум 100 мм.

Иногда у Венеры наблюдаются аномально вытянутые «рога», выходящие за пределы «правильного» серпа, которые в основном, хотя и не всегда, совпадают с полярными областями. Вокруг них можно увидеть более темные, похожие на ожерелье образования. Учитывая все эти интересные эффекты, можно заключить, что большой интерес для астрономов-любителей представляют систематические зарисовки или фотографирование фазы планеты. Для получения качественных результатов необходимо наблюдать планету не только в вечерних или утренних сумерках, но и днем.

При наблюдениях Венеры целесообразно использовать синий, зеленый или голубой светофильтры, которые увеличат контрастность темных деталей, а для уменьшения яркости рассеянного света неба при дневных наблюдениях – желтый и оранжевый.

На фоне Солнца

Прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца – интересные и довольно редкие астрономические явления, которые, по сути, аналогичны солнечным затмениям, но из-за крохотных размеров планет по сравнению с Солнцем не такие зрелищные, если смотреть без оптики. Крупная черная точка Венеры еще может быть заметна через солнечный светофильтр без оптического прибора, но для наблюдения прохождения Меркурия обязательно нужен телескоп.

Прохождение Венеры по диску Солнца – одно из самых редких астрономических явлений, которые можно вычислить заранее. Каждые 243 года повторяются 4 прохождения: два в декабре (с разницей в 8 лет), затем промежуток в 121,5 года, ещё два в июне (опять с разницей 8 лет) и промежуток в 105,5 года. Последние декабрьские прохождения произошли 9 декабря 1874 года и 6 декабря 1882 года, а июньские 8 июня 2004 года и 6 июня 2012 года. К сожалению, нескольким поколениям землян предстоит жить, не имея больше возможности увидеть это явление: следующие декабрьские прохождения произойдут только в 2117 и 2125 годах.

Прохождение Меркурия – тоже довольно редкое астрономическое явление, но все же оно случается намного чаще, чем прохождения Венеры, поскольку Меркурий находится ближе к Солнцу и движется быстрее.

Прохождение Меркурия может произойти в мае или в ноябре.

Даты будущих прохождений Меркурия:

Год	Месяц	День
2019	ноябрь	11
2032	ноябрь	13
2039	ноябрь	7
2049	май	7

6. Марс

Четвертая по счету планета от Солнца (после нашей Земли) – это Марс. На небе он виден как красноватая звезда. Такой цвет поверхности Марса придает высокое содержание в его грунте оксида железа. Именно красноватый оттенок дал повод древним астрономам назвать это светило именем бога войны.

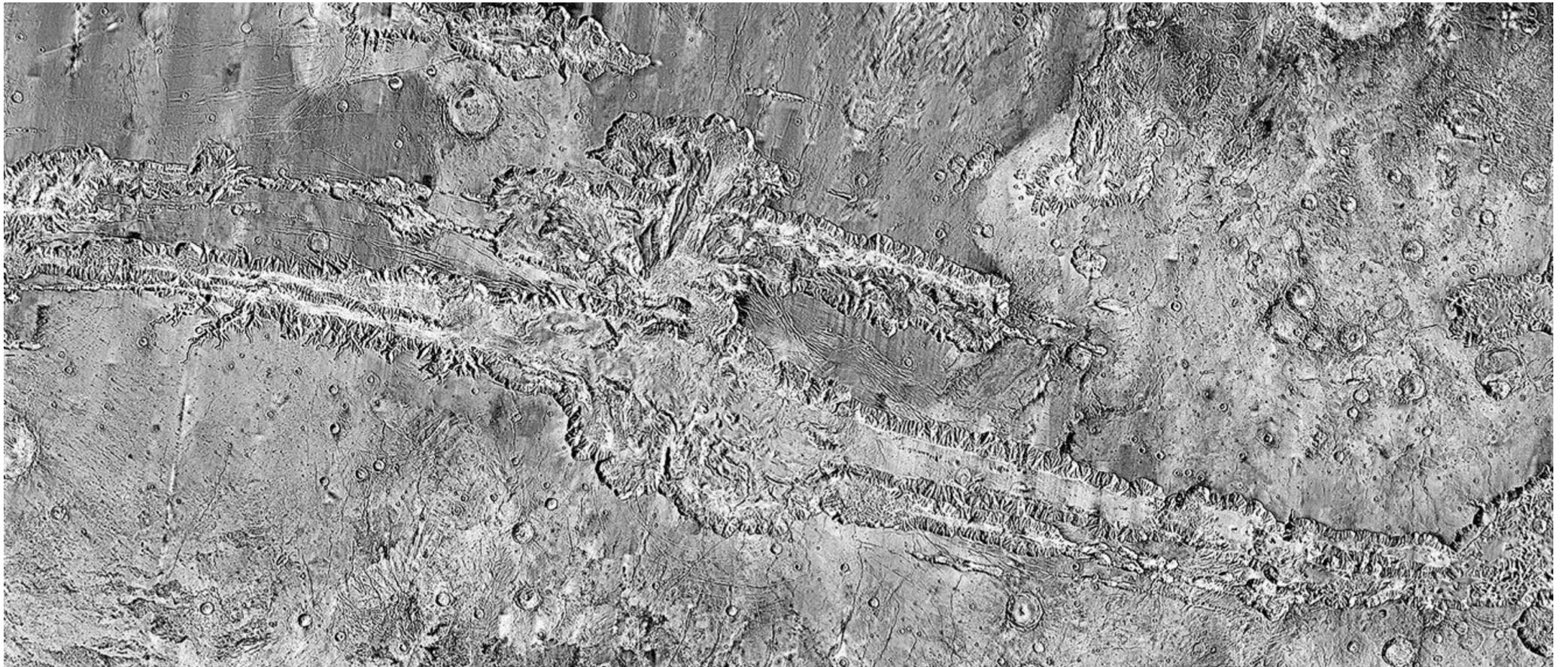
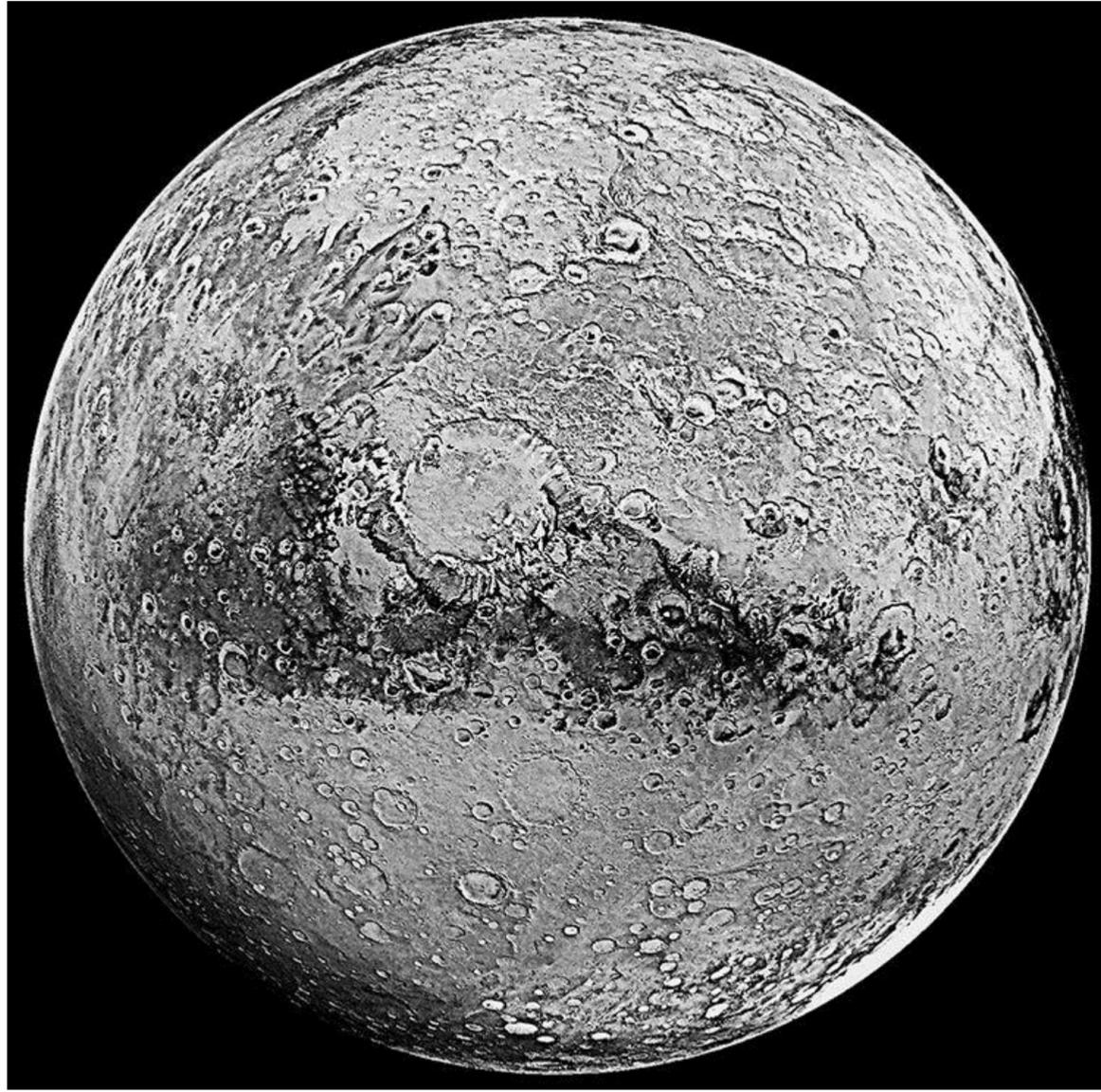
Марс находится в полтора раза дальше от Солнца, чем Земля. Один оборот вокруг Солнца он совершает за 687 земных суток. Это планета с суровыми условиями: среднегодовая температура на нем не превышает 60 градусов ниже нуля по Цельсию. И все же, Марс больше других планет похож на Землю, что и привлекает к нему внимание и ученых, и простых людей, и, конечно же, астрономов-любителей.

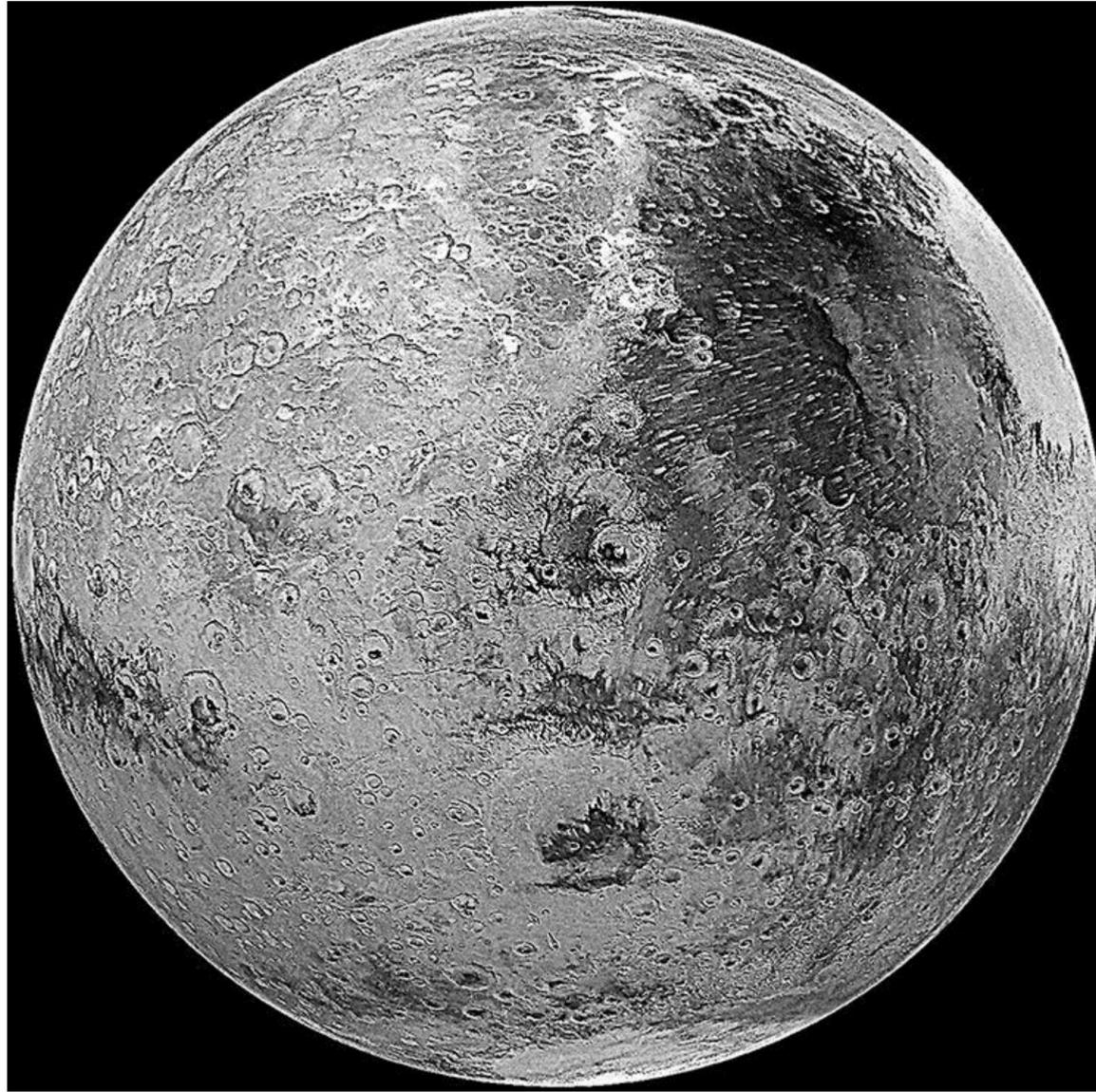
Когда наблюдать Марс?

Марс хорошо виден с Земли невооруженным глазом. В среднем его блеск равен примерно первой величине (при отдалении он может уменьшиться почти до второй, в противостояниях звездная величина планеты становится отрицательной, а во время великих противостояний почти минус 3; в такие моменты Марс становится ярче, чем Юпитер).

По отношению к Земле Марс является внешней планетой (его орбита лежит за орбитой Земли). Как и у всех внешних планет, наилучшие условия для наблюдения у Марса приходятся на период противостояния – когда планета расположена на противоположной от Солнца стороне неба и одновременно находится ближе всего к Земле.

Противостояния Марса повторяются каждые 2 года и 50 дней. Из-за того что марсианская орбита более вытянута по сравнению с земной, расстояние до Марса в период разных противостояний неодинаково. Когда противостояние случается в феврале-марте, Марс наиболее далек от нас – до него около 100 млн км! А если противостояние приходится на конец июля, август или сентябрь, то Марс, находящийся вблизи перигелия своей орбиты, расположен всего примерно в 50-60 млн км от Земли, то есть в два раза ближе! Соответственно, в два раза больше и видимый диск планеты, и ярче блеск. Такие противостояния называются «великими», и случаются они раз в 15–16 лет. К сожалению, в Северном полушарии Марс во время них стоит ниже всего над горизонтом (так как находится в самых южных участках эклиптики). На большей части территории России, кроме южных районов, это может осложнить его телескопические наблюдения. И все же именно в моменты великих противостояний на диске Марса можно различить больше всего деталей.





Полушария Марса и детали его поверхности, снятые с космических аппаратов

Наиболее удобный период для наблюдения Марса – 40 дней до и 40 дней после противостояния. В этот период угловые размеры планеты максимальны. Владельцы крупных инструментов (апертура 250 мм и выше) могут проводить наблюдения и дольше – в течение примерно 3 месяцев до и после противостояния.

Даты противостояний Марса до 2050 года (выделены великие противостояния)

Дата	звездная величина
27 июля 2018 года	-2,8^m
10 октября 2020 года	-2,6 ^m
08 декабря 2022 года	-1,8 ^m
16 января 2025 года	-1,4 ^m
19 февраля 2027 года	-1,2 ^m
25 марта 2029 года	-1,3 ^m
04 мая 2031 года	-1,8 ^m
28 июня 2033 года	-2,5 ^m
16 сентября 2035 года	-2,8^m
19 ноября 2037 года	-2,1 ^m
02 января 2040 года	-1,5 ^m
06 февраля 2042 года	-1,2 ^m
11 марта 2044 года	-1,2 ^m
17 апреля 2046 года	-1,6 ^m
03 июня 2048 года	-2,2 ^m
14 августа 2050 года	-2,8^m

Что можно увидеть на Марсе?

Марс – очень интересная планета, и наблюдения его могут быть весьма увлекательны. Но они требуют хорошей технической оснащенности наблюдателя.

При благоприятных условиях крошечный диск Марса можно заметить уже в телескоп с апертурой 60 мм, однако различить какие-либо детали на поверхности планеты при наблюдении в такой инструмент не представляется возможным. По мнению многих опытных наблюдателей, наименьшим телескопом, который понадобится для наблюдения Марса, будет 150-мм рефлектор или 100-мм рефрактор, а наиболее оптимальным с точки зрения цены, веса, габарита и возможностей – 250–300-миллиметровый рефлектор системы Ньютона.

Крупные любительские телескопы (350 мм и больше) сильно подвержены влиянию атмосферных потоков и имеют немалое время термостабилизации, то есть выравнивания температуры внутри телескопа и температуры окружающего воздуха. Теплый воздух, циркулируя внутри трубы, ухудшает качество изображения. Поэтому, как правило, их не рекомендуют для планетных наблюдений. Тем не менее хорошую службу при умелом обращении сослужат в наблюдениях Марса и эти гиганты. В редкие моменты, когда удастся поймать спокойную атмосферу, хорошо остывший телескоп способен показать множество деталей на поверхности Красной планеты. Плюс ко всему в крупные инструменты яснее различимы цветовые оттенки поверхности планеты.

Наиболее заметные детали на поверхности Марса

Самые известные и самые легкие для обнаружения детали марсианской поверхности – это, конечно же, его полярные шапки, состоящие в основном из замерзшего углекислого газа («сухого льда») с примесью обычного водяного льда. Сухой лед составляет «сезонную часть» полярных шапок, он может испаряться и кристаллизоваться вновь. Водяной же лед, в условиях марсианских низких температур, лежит в районе полюсов постоянно.

Марс имеет схожий с Землей наклон оси вращения к плоскости орбиты. Благодаря этому на нем происходит почти такая же смена времен года, как на Земле. Сезонные колебания температуры сказываются на облике полярных шапок: с наступлением марсианской весны они начинают таять (за счет испарения сухого льда), а в преддверии зимы – расти. Изменение размера полярных шапок можно отследить в любительские инструменты, если проводить наблюдения в течение нескольких месяцев.



Панорама марсианской поверхности, снятая марсоходом «Спирит»

Две трети поверхности Марса занимают светлые области, по традиции, называемые материками, около трети – тёмные участки (моря). Моря сосредоточены главным образом в южном полушарии планеты, между 10° и 40° широты. В северном полушарии есть только два крупных моря – Ацидалийское и Большой Сирт. Моря имеют сине-зеленый цвет и меняются с наступлением лета: темнеют и изменяются в размерах. Когда-то предполагалось, что эти участки покрыты растительностью, но сейчас эта гипотеза окончательно опровергнута.

Наиболее легко различимая в любительский телескоп средних размеров «морская» деталь поверхности Марса – это Большой Сирт, крупная темная область, простирающаяся от экватора на север.

Атмосферные явления и пылевые бури на Марсе

Марс – планета с разреженной по сравнению с Землей атмосферой, но, тем не менее, на нем наблюдается климатическая активность. Периодически в марсианской атмосфере появляются облака и туман, а в периоды, когда планета проходит перигелий, на ней возможны грандиозные пылевые бури, которые могут скрыть из виду почти всю планету! Они вызваны тем, что в этот период поверхность Марса нагревается сильнее, чем обычно, что вызывает циркуляцию в атмосфере и, как следствие, – сильные ветры. Для наземных наблюдателей это выглядит как желтоватая пелена, скрывающая за собой все различные детали поверхности.

Рекомендации для наблюдателей Марса

Все вышеописанное можно увидеть с Земли в хорошие любительские телескопы. Но следует помнить, что даже в хороший телескоп Марс все равно будет выглядеть крохотным диском. Детали его поверхности трудноуловимы, кроме того, они будут то появляться, то исчезать в дрожащем, неровном изображении, которое создает плотная и беспокойная атмосфера нашей планеты. Требуется запастись немалым терпением.

Необходимо очень точно сфокусировать телескоп. Лучше всего настраивать резкость по полярной шапке Марса как наиболее контрастному объекту на его поверхности.

Не надейтесь немедленно рассмотреть все мелкие детали. Приступая к наблюдениям, расслабьтесь, дайте своему зрению несколько минут на распознавание увиденного. Первое, что бросится вам в глаза, – белая полярная шапка на оранжевом диске. Через некоторое время начнут проступать тусклые серо-зеленые пятна морей. Старайтесь не пропускать наблюдения и с каждым разом вы станете замечать все больше.

Марсу требуется для оборота вокруг своей оси на 37 минут больше, чем Земле. Если наблюдать его виз ночи в ночь в одно и то же время, можно постепенно за 5–6 недель изучить всю поверхность планеты.

Рекомендуемые аксессуары для наблюдений:

При наблюдении Марса очень рекомендуется применение цветных светофильтров, которые помогают более детально рассмотреть элементы поверхности, а также увидеть атмосферные явления, которые могут остаться незамеченными без фильтра.

Красный – заметно улучшает контраст между темными областями (морями) и светлыми (сушей). Лучшее всего эффект от фильтра заметен при спокойной атмосфере и небольшом увеличении.

Желтый и оранжевый – одни из самых полезных, если не самые полезные фильтры для наблюдений Марса. Они подчеркивают красные области планеты и выделяют мелкие детали в них. Хорошо работают на темных зонах, а также делают изображение более устойчивым.

Зеленый – применяется при наблюдениях темных зон вокруг полярных шапок, хорошо выделяет пылевые бури, имеющие желтый оттенок. Также фильтр будет полезен при выделении белых зон на красной поверхности.

Синий – подчеркивает участки поверхности, имеющие фиолетовый оттенок. Весьма полезен для обнаружения водяных облаков в верхних слоях атмосферы.

Фиолетовый – выделяет облака и туманы, образующиеся при таянии полярных шапок.

Фотографирование Марса

Современные ПЗС-матрицы позволяют получить хорошие снимки Марса и других планет даже на любительских инструментах. Особенно хорошие результаты получаются при специальном методе, позволяющем скорректировать атмосферное дрожание изображения. Производится видеозапись диска планеты, затем полученный видеоролик разбивается на кадры, после чего отбираются самые лучшие кадры и складываются. В простейшем случае можно использовать обычный компактный фотоаппарат и снимать изображение через окуляр телескопа. Можно применять для съемки веб-камеру, сняв с нее объектив и изготовив переходник для телескопа. Наконец, можно купить специальную камеру для планетной съемки. Число снятых кадров в одном ролике может достигать до нескольких десятков тысяч. Эта технология съемки позволяет получать четкие подробные изображения, практически не искаженные земной атмосферой.

7. Юпитер

Эта планета-гигант – самая крупная в Солнечной системе. По диаметру она больше Земли в 11 раз, а по массе – в 318 раз. Юпитер – планета-гигант, состоящая в основном из газов – водорода и гелия. В отличие от планет земной группы – Меркурия, Венеры, Земли и Марса – у Юпитера нет твердой поверхности. Его газовая атмосфера плавно перетекает в слои жидкого, а потом, возможно, металлического водорода.

Вокруг Солнца Юпитер обращается за 12 земных лет. Смены времен года на нем не бывает, потому что ось его вращения почти перпендикулярна плоскости его орбиты, и Солнце всегда освещает этот газовый гигант одинаково.



Размер Юпитера в сравнении с Землей



Спутник Ио на фоне Юпитера



Большое Красное Пятно

Когда наблюдать Юпитер?

Юпитер, наверное, самая легкая для наблюдения планета. Его диск достигает 45–50 секунд дуги. Такой размер иногда имеет Венера, в моменты наибольшей близости к Земле, но в это время она имеет вид узкого серпа. Блеск Юпитера достигает почти минус третьей звездной величины. Хотя блеск Юпитера и слабее Венеры, сравниться с ним по этому показателю может только Марс в редкие месяцы великих противостояний.

Противостояния же самого Юпитера повторяются каждые 13 месяцев. Каждые 12 лет повторяются так называемые «великие» противостояния Юпитера: когда планета находится на ближайшем расстоянии от Земли, она наиболее ярка и имеет наибольшие видимые размеры. Но великие противостояния Юпитера не так сильно отличаются от обычных, в отличие от великих противостояний Марса.

В период противостояний планета видна всю ночь, восходя с заходом Солнца и заходя на рассвете. Однако благоприятные условия для наблюдения Юпитера могут сохраняться в течение нескольких месяцев до и после противостояния.

Даты противостояний Юпитера до 2038 г. (выделением отмечены великие противостояния)

Дата	Звездная величина
09 мая 2018 года	–2,5 ^m
10 июня 2019 года	–2,6 ^m
14 июля 2020 года	–2,8 ^m
20 августа 2021 года	–2,9 ^m
26 сентября 2022 года	–2,9^m
03 ноября 2023 года	–2,9 ^m
08 декабря 2024 года	–2,8 ^m
10 января 2026 года	–2,7 ^m
11 февраля 2027 года	–2,6 ^m
12 марта 2028 года	–2,5 ^m
12 апреля 2029 года	–2,5 ^m
13 мая 2030 года	–2,5 ^m
15 июня 2031 года	–2,6 ^m
19 июля 2032 года	–2,8 ^m
25 августа 2033 года	–2,9 ^m
02 октября 2034 года	–2,9^m
08 ноября 2035 года	–2,9 ^m
12 декабря 2036 года	–2,8 ^m
14 января 2038 года	–2,7 ^m

Детали поверхности Юпитера

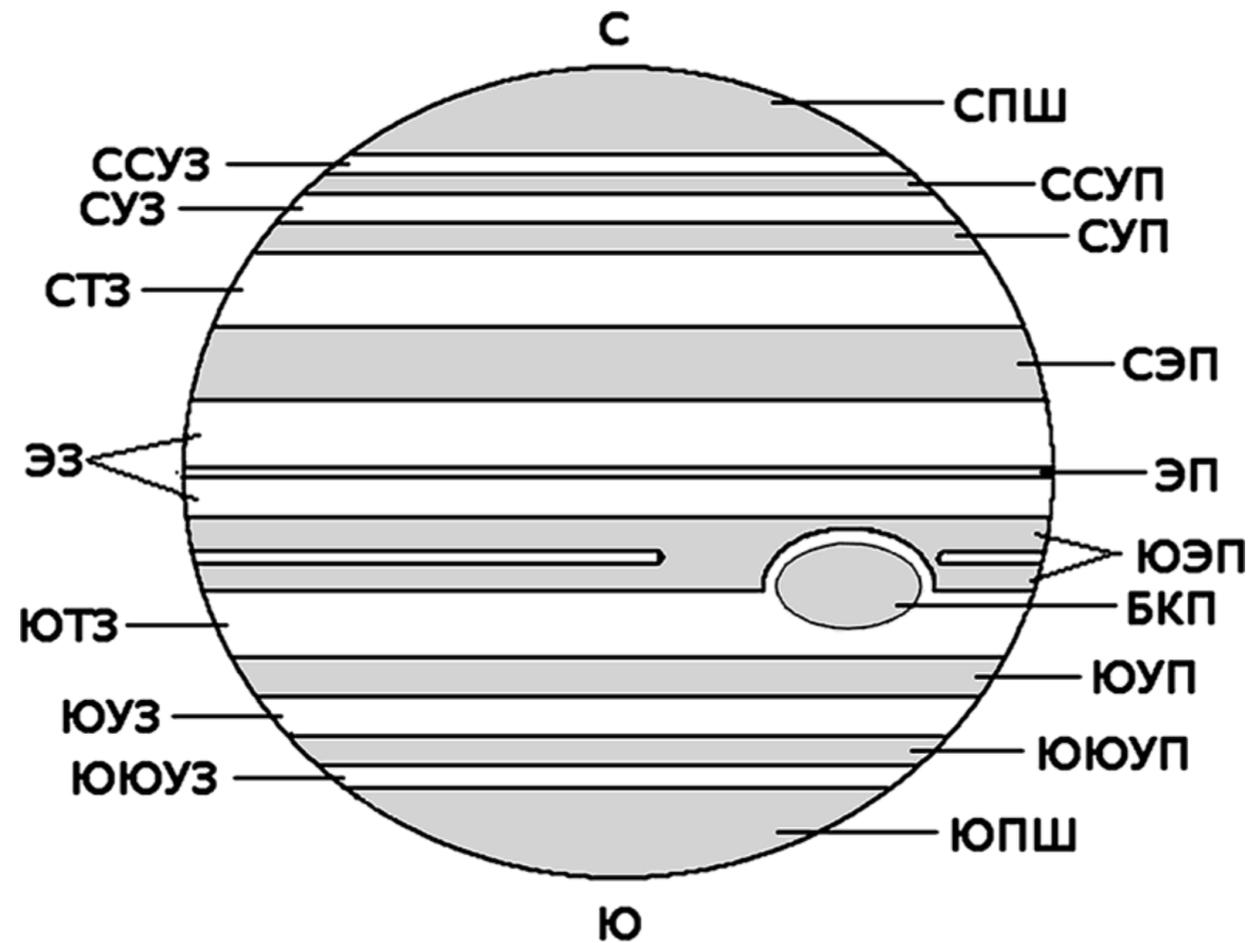
Хотя у планет-гигантов нет твердой поверхности, облачный покров Юпитера отличается разнообразием деталей, которые легко различимы в любительские телескопы.

Диск Юпитера различим уже в бинокль с увеличением 10–15 крат, хотя на нем и не видно никаких деталей. В небольшой телескоп (апертура 60–90 мм) при увеличении примерно 100 крат становятся заметны 2-3 полосы на диске. Но лучше всего наблюдать Юпитер в телескоп с диаметром объектива 150–300 мм и увеличением 200–300 крат. Телескопы большего размера уже не покажут новых деталей на Юпитере – им будет мешать беспокойная земная атмосфера.

Юпитер – планета с очень динамичной атмосферой, и его наблюдения – увлекательнее, чем наблюдения всех остальных планет. Его разноцветные облака образуют так называемые «пояса», которые стабильно существуют многие века, в то же время постоянно изменяясь. Облачные слои планеты быстро вращаются, причем скорость их вращения у полюсов и на экваторе различна: экваториальная зона завершает оборот за 9 часов 50 минут, а полярные – за 9 часов 55 минут. В атмосфере Юпитера постоянно происходят различные процессы – циркулируют течения, образуются циклоны, иногда на планету падают астероиды и кометы. Все это приводит к образованию новых деталей.

Знакомство с Юпитером стоит начать с общего обзора его облачных поясов и зон, запомнить их расположение и названия, чтобы в дальнейшем следить за изменением их яркости и цвета.

Облачные пояса и зоны Юпитера:



ЮПШ – Южная полярная шапка
 СПШ – Северная полярная шапка
 ЮЮУП – Юго-южный умеренный пояс
 ЮУП – Южный умеренный пояс
 БКП – Большое красное пятно
 ЮЭП – Южный экваториальный пояс
 ЭП – Экваториальная полоса
 СЭП – Северный экваториальный пояс
 СУП – Северный умеренный пояс
 ССУП – Северо-северный умеренный пояс
 ЮЮУЗ – Юго-южная умеренная зона
 ЮУЗ – Южная умеренная зона
 ЮТЗ – Южная тропическая зона
 ЭЗ – Экваториальная зона
 СТЗ – Северная тропическая зона
 СУЗ – Северная умеренная зона
 ССУЗ – Северо-северная умеренная зона

Многие детали атмосферы Юпитера, несмотря на ее изменчивость, существуют многие годы. Таково Большое Красное Пятно (БКП), которое наблюдается с 1665 г. (впервые увидел его Джованни Кассини). Теперь мы знаем, что Большое Красное Пятно – это долгоживущий вихрь в атмосфере Юпитера. Его размеры постепенно сокращаются, но на данный момент он имеет размеры 15 000×30 000 км, что существенно превышает поперечник Земли.

БКП – достаточно легкий объект для любительских телескопов, хотя интенсивность его окраски со временем меняется. Бывают периоды, когда оно становится еле заметным на окружающем фоне.

На Юпитере есть и другие долгоживущие пятна, но меньших размеров.

Наконец, изредка на диске Юпитера появляются черные пятна – следы от столкновения с астероидами и кометами. Впервые их наблюдали в 1994 году после падения на Юпитер осколков кометы Шумейкеров – Леви 9. А в 2009 году такое пятно обнаружил астроном-любитель Энтони Уизли. Это открытие – наглядный пример того, как астрономы-любители помогают большой науке.

Спутники Юпитера

В настоящее время (2017 г.) известно 69 спутников Юпитера. По оценкам ученых, общее число спутников этой гигантской планеты может достигать сотни. Но для любительских наблюдений интерес представляют только четыре наиболее крупных – Ио, Европа, Ганимед и Каллисто.

Их открыл в 1610 г. Галилео Галилей. По традиции их часто называют галилеевыми спутниками, или галилеевыми лунами Юпитера. Сегодня каждый любитель астрономии, вооружившись биноклем или небольшой зрительной трубой, (а также фотоаппаратом, имеющим объектив с большим зумом – 15-30 крат) может повторить наблюдения великого итальянского ученого. Вокруг маленького диска Юпитера он увидит четыре звездочки. Они достаточно ярки – не будь рядом ослепительного Юпитера, три из них можно было бы разглядеть невооруженным глазом. Они довольно быстро обращаются вокруг планеты, и уже спустя час наблюдений можно заметить изменение их взаимного расположения.

Галилеевы спутники

Спутник	период	Уг. размер	Зв. вел.
I Ио	1,77 дня	1",05	5,43
II Европа	3,55 дня	0,87	5,57
III Ганимед	7,16 дня	1,52	5,07
IV Каллисто	16,69 дня	1,43	6,12

Телескоп покажет другие интереснейшие явления в системе галилеевых спутников Юпитера.



Юпитер и галилеевы спутники. Вид в любительский телескоп

Тени от спутников

Можно наблюдать прохождение теней от спутников по поверхности (то есть по верхнему слою облаков) Юпитера. По сути, это не что иное, как наблюдение солнечных затмений на Юпитере – тень от Луны во время солнечных затмений точно так же бежит по поверхности Земли. Минимальная апертура телескопа, необходимая для таких наблюдений – 80 мм. Но тени выглядят в такой инструмент нечеткими темными пятнами. В более крупные телескопы (с апертурой 150–200 мм) можно заметить, что тени от разных спутников отличаются друг от друга. Ио и Европа – самые близкие к Юпитеру и самые маленькие из галилеевых лун. Они отбрасывают маленькие тени с четкими краями. Более крупные и далекие Ганимед и Каллисто отбрасывают тени большего диаметра, но с нерезкими краями.

Иногда можно наблюдать двойное, а еще реже – тройное прохождение теней по диску Юпитера.

Прохождением спутников на фоне Юпитера

Это явление сложнее наблюдать, чем прохождение теней от спутника, потому что спутники не очень контрастны по отношению к яркому диску планеты и сливаются с ним. Для наблюдения прохождений спутников на фоне Юпитера нужен крупный любительский телескоп (около 200 мм). Требуются хорошие условия наблюдения, спокойная и прозрачная атмосфера. Спутники становятся более заметными, когда находятся у края диска. Имеет значение, проходит ли спутник на фоне темных поясов планеты или ярких зон. Ледяная Европа ярче, чем облака Юпитера, Каллисто, наоборот, темнее. Ио имеет желтый оттенок, а вот Ганимед почти сливается с фоном облаков, но он – самый крупный из спутников.

Затмения и покрытия спутников

Периодически тот или иной спутник попадает в тень, отбрасываемую Юпитером, или заходит за его диск. Эти явления называются затмениями и покрытиями.

Когда спутник входит в тень, наблюдатель видит, как он постепенно уменьшается в яркости и, наконец, исчезает. Поскольку спутники обращаются вокруг Юпитера с разной скоростью, длительность этого «затухания» у них разная: у Ио и Европы быстрее, у Ганимеда и Каллисто медленнее. При выходе из тени все повторяется в обратном порядке: спутник появляется «из ничего» и постепенно набирает яркость.

При покрытии спутника диском Юпитера и выходе спутника из-за него создается впечатление «поглощения» спутника Юпитером и «отпочкования» спутника от него.

Взаимные затмения и покрытия спутников

Самые редкие и интересные явления в системе спутников Юпитера – это взаимные покрытия и затмения.

Примерно раз в 6 лет в течение нескольких месяцев случается серия покрытий одного спутника другим. В телескоп без особого труда видно, как спутники подходят друг к другу, затем наступает стадия слияния. В момент полной фазы покрытия наблюдается общее понижение яркости слившихся в «единое целое» спутников. Эта величина зависит от нескольких факторов – размера покрываемого спутника, его отражательной способности и собственно фазы покрытия, так как нередко происходит частичное покрытие одного спутника другим. Общее понижение яркости никогда не превышает 62 %, т. к. в любом случае один из спутников полностью доступен для наблюдений с земли.

Гораздо труднее наблюдать затмение одного спутника другим. Из-за невозможности увидеть тень, отбрасываемую спутником в пустоту космоса, наблюдатель может зафиксировать только сам факт затмения, то есть момент, когда тень от одного спутника проходит по-другому. Затмеваемый спутник становится более тусклым. Это явление может длиться от нескольких минут до часа с небольшим.

Рекомендуемые аксессуары для наблюдений

Для повышения контраста при наблюдении Юпитера и выделения из фона некоторых деталей его атмосферы рекомендуется использовать набор цветных фильтров.

Синий и голубой фильтр улучшают видимость Красного пятна, а также красно-коричневых поясов.

Красные, оранжево-красные и светло-красные фильтры помогают выделить детали, имеющие синий оттенок.

Желтый фильтр – выделяет полярные области планеты.

8. Сатурн

Следующая за Юпитером планета тоже относится к газовым гигантам и состоит по большей части из водорода и гелия. По объему Сатурн превосходит Землю в 800 раз, а по массе в 95. Вокруг Солнца он обращается с периодом 29,5 лет. Он находится почти в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля, и получает от него на единицу площади в 92 раза меньше энергии, чем наша планета. На Сатурне очень холодно – на границе облачного слоя температура равна минус 160 градусам Цельсия.

Во многом Сатурн похож на Юпитер, но значительно уступает ему в размерах. Структура его облачных слоев тоже схожа с юпитерианской, но цветные пояса облаков на Сатурне значительно менее контрастны. Причина тому – пары аммиака, поднимающиеся из глубин планеты и образующие туманную дымку в верхних слоях его атмосферы. Из-за этого диск Сатурна выглядит в целом невзрачнее, чем у Юпитера.

Но у Сатурна есть потрясающая, выделяющая его среди всех других планет особенность – его система колец. Именно они придают наблюдениям Сатурна «изюминку», неповторимое своеобразие.

Когда наблюдать Сатурн?

Как и у всех внешних планет, лучшие условия для наблюдения Сатурна приходятся на его противостояния, которые повторяются у Сатурна ежегодно со смещением в две недели вперед (противостояние каждый год происходит на две недели позже, чем в прошлом году).

От противостояния к противостоянию блеск Сатурна меняется немного сильнее, чем у Юпитера. Это вызвано тем, что на яркость планеты влияют и ее кольца, которые видны с Земли под разными углами, и блеск планеты с широко раскрытыми кольцами больше, чем с теми же кольцами в виде узенькой полоски.

А вот противостояние Сатурна в точке его перигелия (Великое противостояние) не оказывает на условия его видимости такого влияния, как у Марса и Юпитера. Слишком велико расстояние до Сатурна и слишком мала разница в максимальном и минимальном расстоянии до Земли. Происходят великие противостояния Сатурна редко – раз в 59 лет.

Противостояния Сатурна до 2038 г.

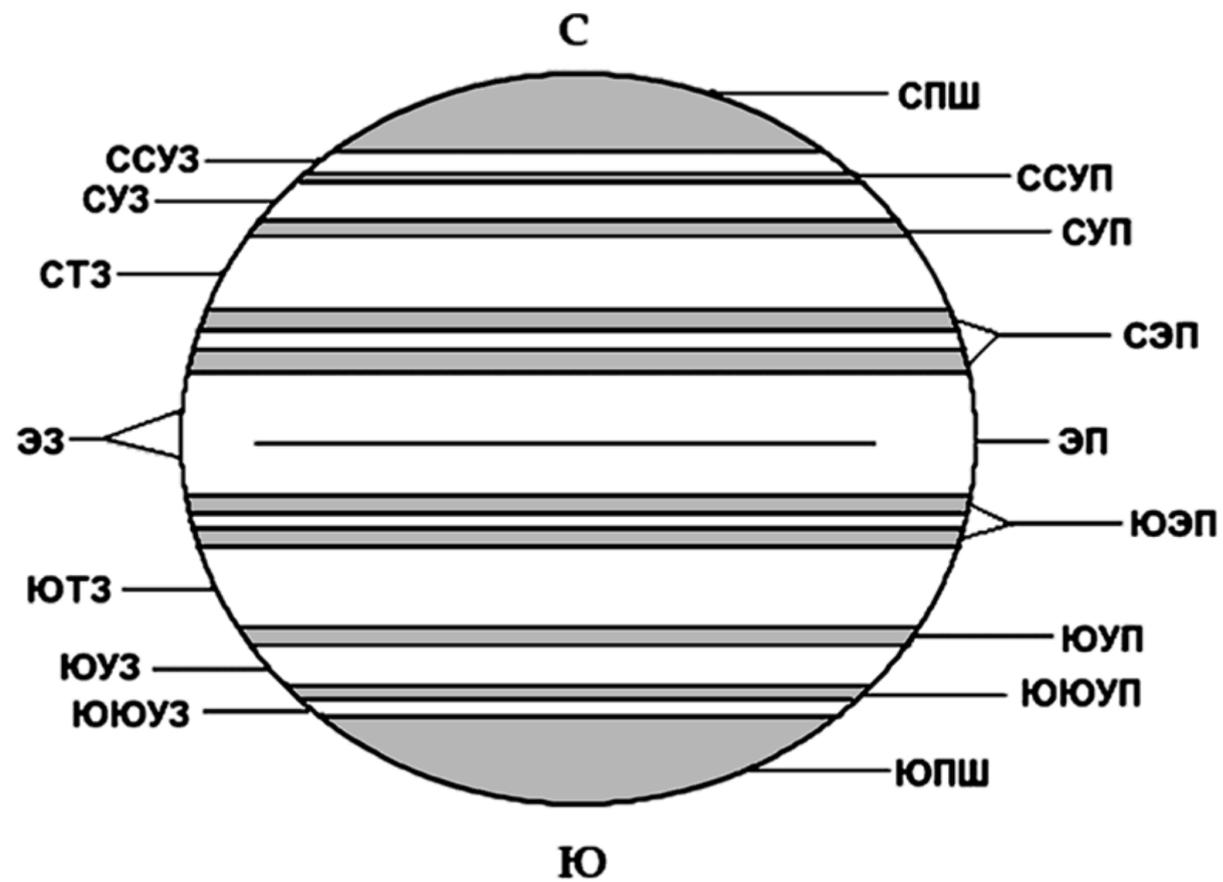
Дата	блеск
27 июня 2018 года	0,2 ^m
09 июля 2019 года	0,3 ^m
21 июля 2020 года	0,3 ^m
02 августа 2021 года	0,4 ^m
14 августа 2022 года	0,5 ^m
27 августа 2023 года	0,6 ^m
08 сентября 2024 года	0,7 ^m
21 сентября 2025 года	0,6 ^m
04 октября 2026 года	0,4 ^m
18 октября 2027 года	0,2 ^m
30 октября 2028 года	0,0 ^m
13 ноября 2029 года	-0,2 ^m
27 ноября 2030 года	-0,2 ^m
11 декабря 2031 года	-0,3 ^m
25 декабря 2032 года	-0,3 ^m
08 января 2034 года	-0,2 ^m
22 января 2035 года	-0,1 ^m
05 февраля 2036 года	0,1 ^m
17 февраля 2037 года	0,3 ^m
03 марта 2038 года	0,5 ^m

Детали поверхности Сатурна

Рекомендации по выбору инструментов для наблюдений Сатурна в принципе не отличаются от таковых для Юпитера. Простейшие наблюдения можно провести уже в мощный бинокль – внимательному наблюдателю с хорошим зрением он покажет кольца Сатурна в виде небольших «отростков» по краям диска. В телескоп с увеличением примерно 30 крат кольца видны уже отчетливо.

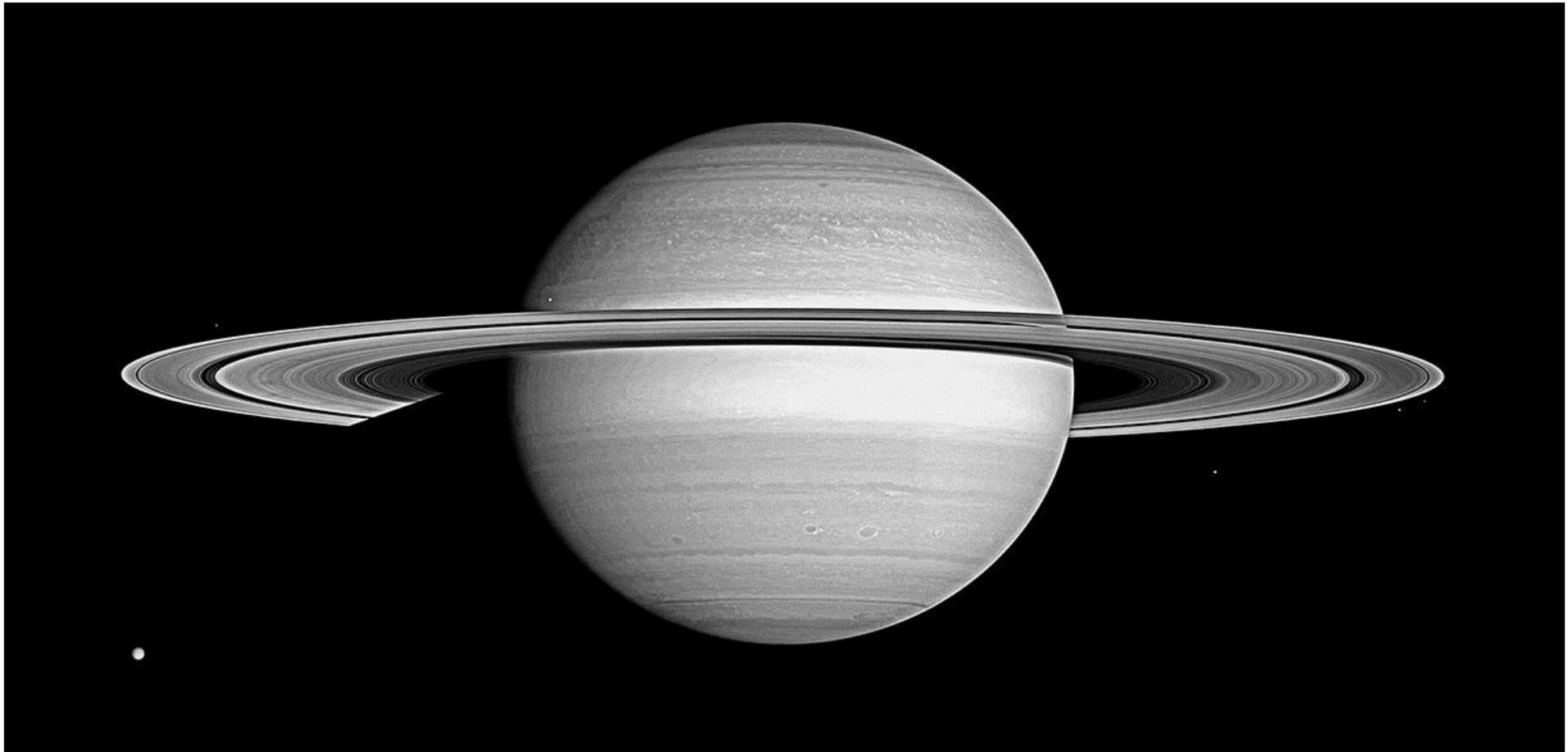
Тень планеты на кольцах, щель Кассини, разделяющая два основных кольца, видны уже в телескоп с апертурой 60–70 мм. Но для наблюдения облачных поясов на диске Сатурна нужна апертура 100–150 мм, а лучше 200 мм. В целом строение облачных поясов и зон Сатурна похоже на аналогичное у Юпитера. Названия у них совпадают:

Классификация зон и поясов Сатурна

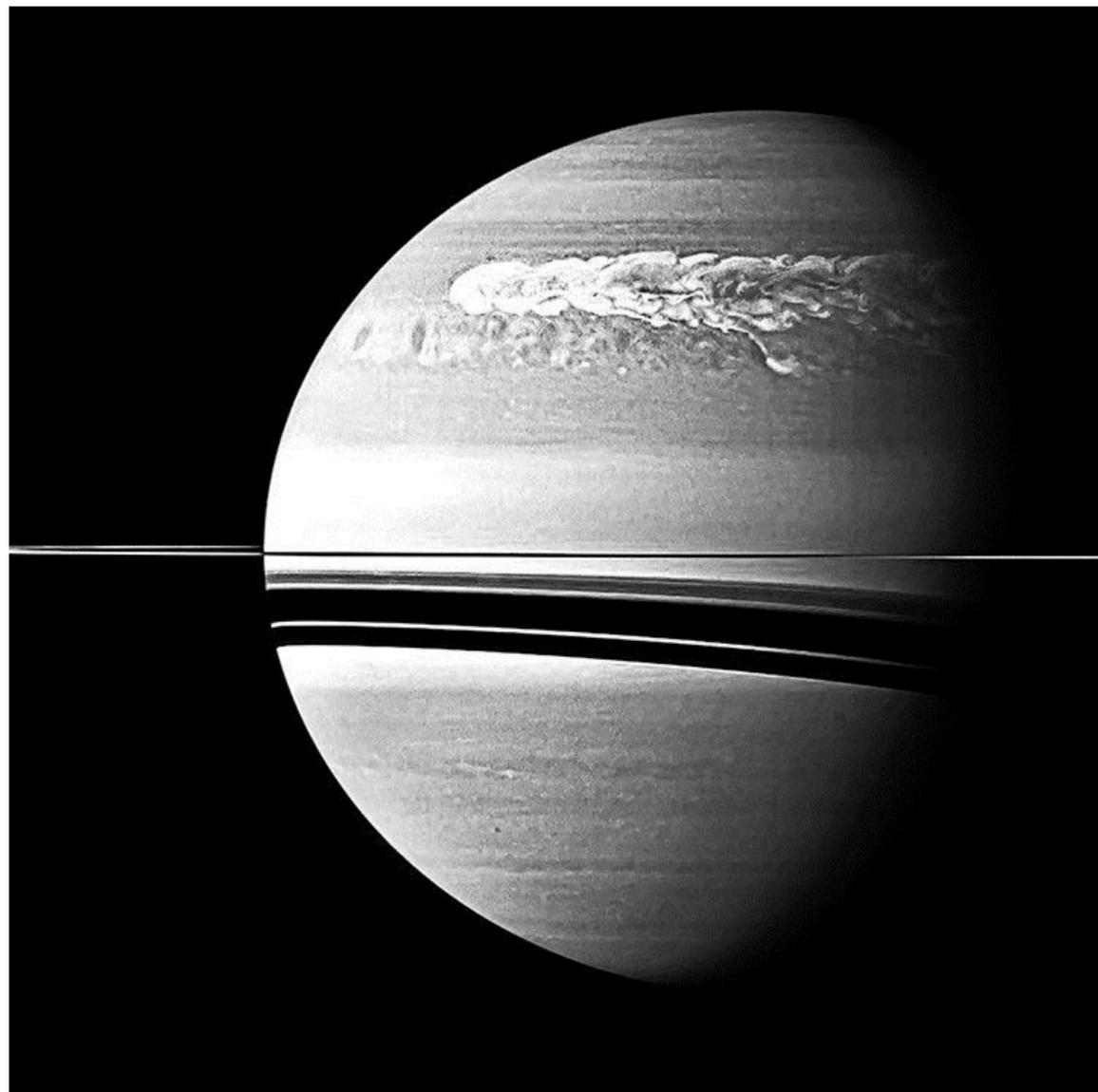


ЮПШ – Южная полярная шапка
 СПШ – Северная полярная шапка
 ЮЮУП – Юго-южный умеренный пояс
 ЮУП – Южный умеренный пояс
 ЮЭП – Южный экваториальный пояс
 ЭП – Экваториальная полоса
 СЭП – Северный экваториальный пояс
 СУП – Северный умеренный пояс
 ССУП – Северо-северный умеренный пояс
 ЮЮУЗ – Юго-южная умеренная зона
 ЮУЗ – Южная умеренная зона
 ЮТЗ – Южная тропическая зона
 ЭЗ – Экваториальная зона
 СТЗ – Северная тропическая зона
 СУЗ – Северная умеренная зона
 ССУЗ – Северо-северная умеренная зона

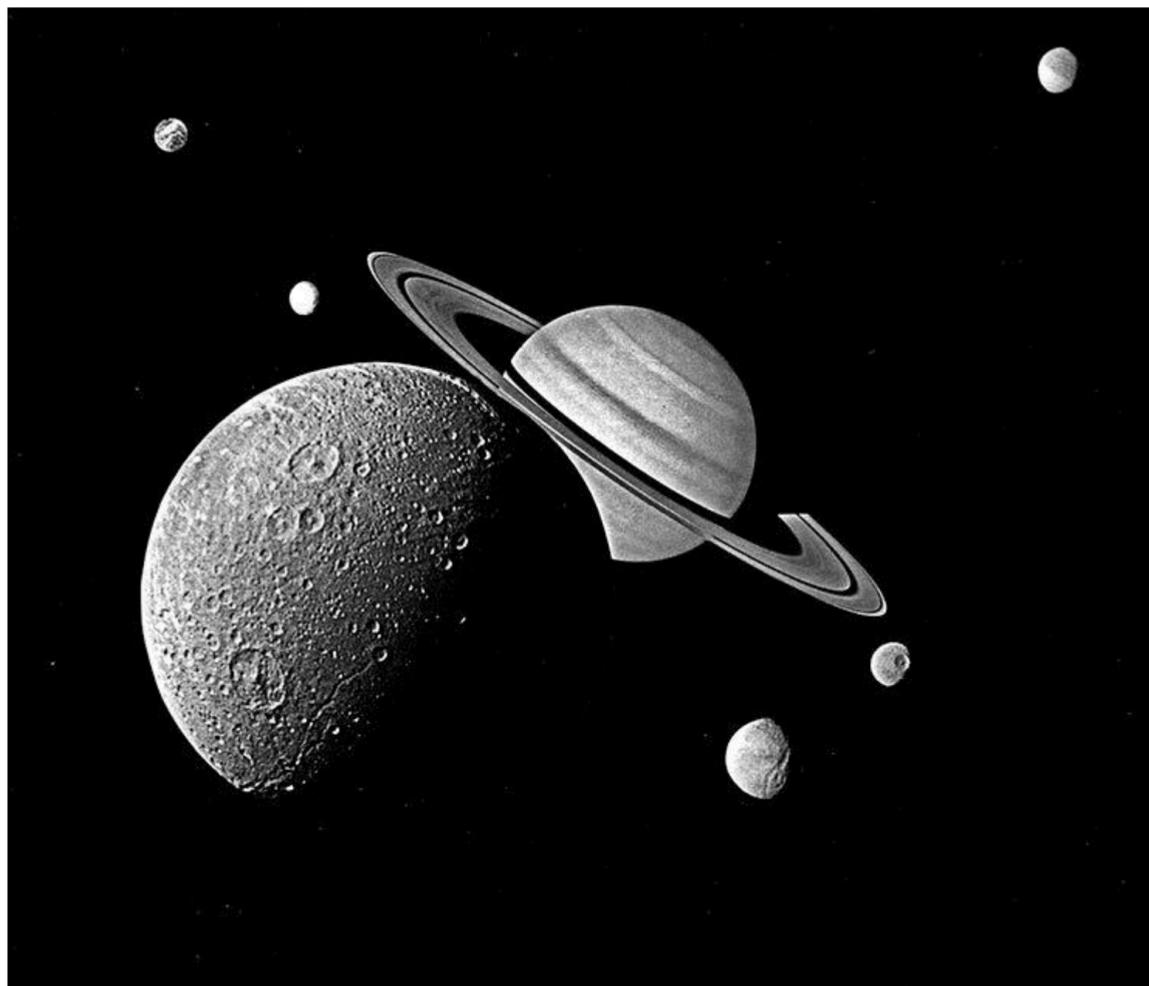
Основные цвета облачных поясов и зон – серый, желтовато-серый, желтовато-белый. Даже с большим увеличением в хороший инструмент вы, скорее всего, начнете различать их не сразу, а после некоторого периода привыкания глаз. Наиболее заметны, как и у Юпитера, северный и южный экваториальные пояса, заметен также южный умеренный пояс. Среди прочих облачных поясов большинство малоконтрастны и видны лишь с апертурами порядка 250–300 мм.



Сатурн. Снимок «Кассини»



Большое Белое Пятно на Сатурне в 2011 г. Снимок «Кассини»



Наиболее интересные явления происходят в экваториальной зоне Сатурна. Здесь периодически появляются яркие белые пятна, которые, как и на Юпитере, являются гигантскими штормами в атмосфере. Их возникновение связано с выделением тепла из глубин планеты. Вместе с ним пары аммиака (NH_3) поднимаются в холодные внешние слои атмосферы и конденсируются там в яркие ледяные облака.

Например, большая группа пятен, появившаяся в 1990 г., была настолько яркой, что уверенно наблюдалась даже в небольшие телескопы. Этот шторм жил несколько недель, в течение которых он постепенно вытягивался, превратившись, наконец, в узкую полосу вдоль всего экватора Сатурна, а затем исчез.

Отслеживание развития каждого такого образования дает дополнительные научные данные и позволяет изучить процессы, протекающие в недрах планеты.

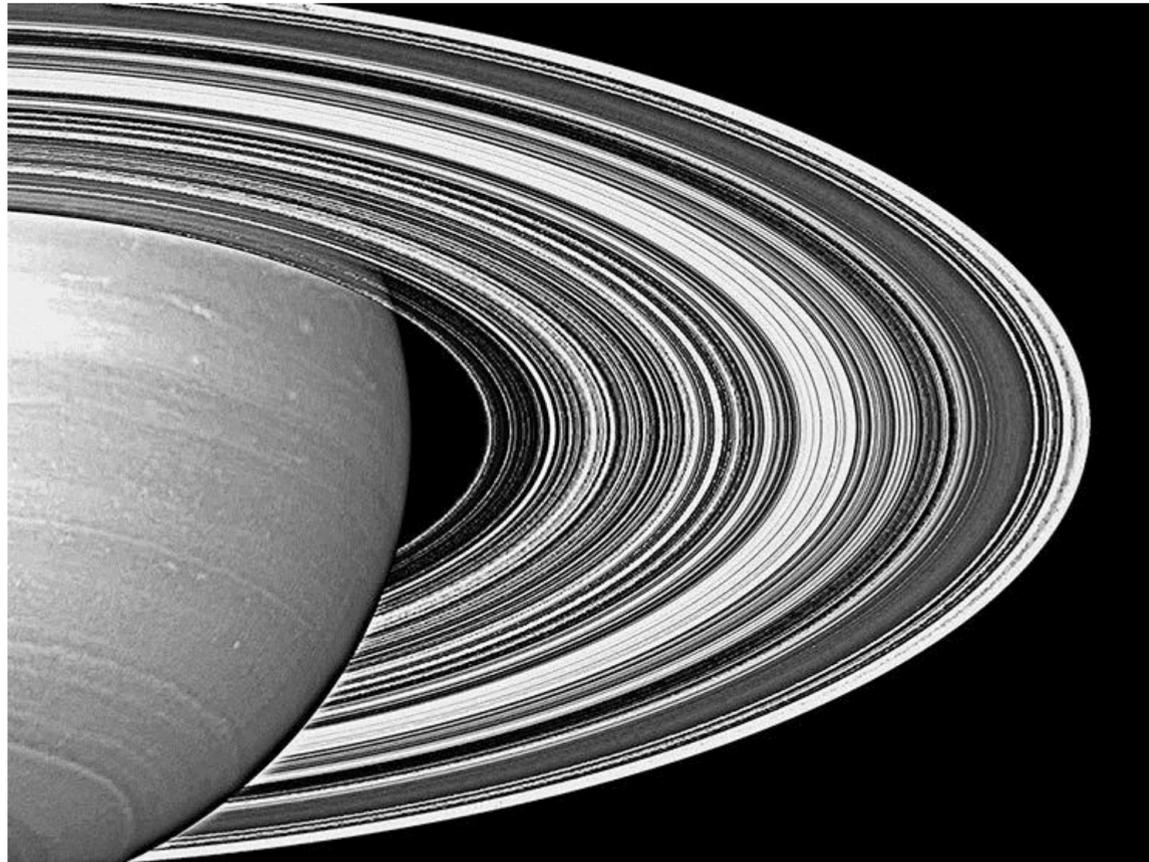
Кольца Сатурна

Системы колец, состоящих из мелких частиц вещества, обнаружены у всех планет-гигантов в Солнечной системе. Но лишь у Сатурна они настолько ярки и эффектны. Даже у человека, далекого от астрономии, их вид в телескоп вызывает неподдельный интерес. И конечно, именно кольца в первую очередь интересуют любителей астрономии.

В настоящее время благодаря космическим аппаратам известно, что кольца состоят из сотен тонких колечек, но для любительских инструментов все они сливаются в три основных кольца, которые обозначаются буквами А, В и С.

Внутреннее кольцо С – самое близкое к планете, полупрозрачное. Оно видно в относительно небольшие телескопы (от 80 мм). На фоне темного неба имеет темно-серый цвет, а на фоне диска Сатурна – темно-желтый.

Среднее кольцо В – самое яркое, причем оно выглядит светлее, чем диск планеты. Внешняя часть этого кольца окрашена в белый цвет, а внутренняя чуть темнее, ее цвет – желтовато-белый.



Кольца Сатурна. Снимок «Кассини»

Внешнее кольцо А – желтовато-белое. От кольца В его отделяет темный, кажущийся пустым промежуток – щель Кассини (на самом деле, тонкие темные кольца есть и там, что доказали космические исследования). Щель Кассини тоже видна в небольшие инструменты, начиная от 60 мм. А в крупные инструменты порядка 200 мм на внешнем краю кольца А видна еще одна узкая щель – Деление Энке.

До и после противостояния Сатурна (начиная примерно через месяц после противостояния и заканчивая за месяц до следующего) можно наблюдать тень Сатурна, падающую на кольца. В момент противостояния тень не видна, так как Солнце освещает Сатурн «в лоб», и тень прячется за диском планеты. Можно наблюдать и тень колец на диске Сатурна.

Дважды за сатурнианский год можно наблюдать интересное явление – «исчезновение» колец Сатурна. В это время они повернуты к нам ребром и превращаются сначала в очень узкую полосу, а затем и вовсе исчезают, после чего начинают раскрываться другой стороной.

Спутники Сатурна

На настоящий момент известно 62 естественных спутника Сатурна. В любительские инструменты видны семь из них: Мимас, Энцелад, Тефия, Диона, Рея, Титан и Япет, в крупные любительские инструменты виден Гиперион.

8 самых ярких спутников Сатурна

Название	Зв. величина	Необходимый инструмент
Мимас	12,1	250 мм телескоп
Энцелад	11,77	100 мм телескоп
Тетфия	10,27	100 мм телескоп
Диона	10,44	100 мм телескоп
Рея	9,76	70 мм телескоп
Титан	9,39	60 мм телескоп
Гиперион	14,16	250–300 мм телескоп
Япет	9,5–11,0	100–150 мм телескоп

Самый крупный и яркий спутник Сатурна – Титан, его можно разглядеть в самые небольшие инструменты, например в бинокль 7×50 или 60-мм телескоп.

Спутник Япет меняет свой блеск. Это происходит потому, что, вращаясь, он поворачивается к нам разными сторонами, одна из которых покрыта большим количеством льда, который лучше отражает солнечный свет. Другая сторона также покрыта льдом, но с большой примесью углерода, что и делает ее намного темнее противоположной стороны.

Ссылки:

<http://saturn.jpl.nasa.gov/> – все о Сатурне от миссии NASA «Кассини».

9. Уран, Нептун, Плутон

За Сатурном располагаются Уран и Нептун – две планеты-гиганта, открытые после изобретения телескопа. По размеру они почти одинаковы и занимают промежуточное положение между Юпитером, Сатурном и Землей. По радиусу они примерно в 4 раза больше Земли, а по массе – в 14 и 17 раз.

Уран обнаружил в 1781 году Вильям Гершель. Его орбита удалена от Солнца на 3 млрд км. оборот вокруг Солнца Уран завершает за 84 земных года. Отличает его от других планет то, что Уран вращается вокруг своей оси «лежа на боку» – плоскость его экватора наклонена к плоскости орбиты на 98 градусов. В настоящий момент известно 27 спутников Урана.

Нептун открыт в 1846 г., и он стал первой планетой, обнаруженной в результате точных математических расчетов. Он удален от Солнца на 4,5 млрд км, совершает оборот вокруг него за 165 земных лет и обладает 14 спутниками.

Последней, девятой планетой Солнечной системы до 2006 года считался Плутон, открытый в 1930 году Клайдом Томбо. Плутон меньше нашей Луны, и совершает один оборот вокруг Солнца за 245 лет. В настоящее время Плутон лишен статуса планеты и считается карликовой планетой. Однако для любителей астрономии он интересен как первый представитель такого класса объектов.

Наблюдения – общие рекомендации

Дальние тела Солнечной системы не столь интересны для любителей, как Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. Простейшие наблюдения Урана и Нептуна (обнаружение их на небе в виде звезды) можно провести с биноклем или небольшим телескопом. Однако хоть какие-то детали на них можно увидеть лишь с апертурой от 300 мм. В отличие от Юпитера, Сатурна и Марса, в случае с ними бесполезны цветные светофильтры, так как они только ухудшают видимость и без того тусклых планет, отсекая часть света.

Для обнаружения Плутона нужен телескоп с диаметром объектива порядка 300 мм и чистое темное загородное небо.

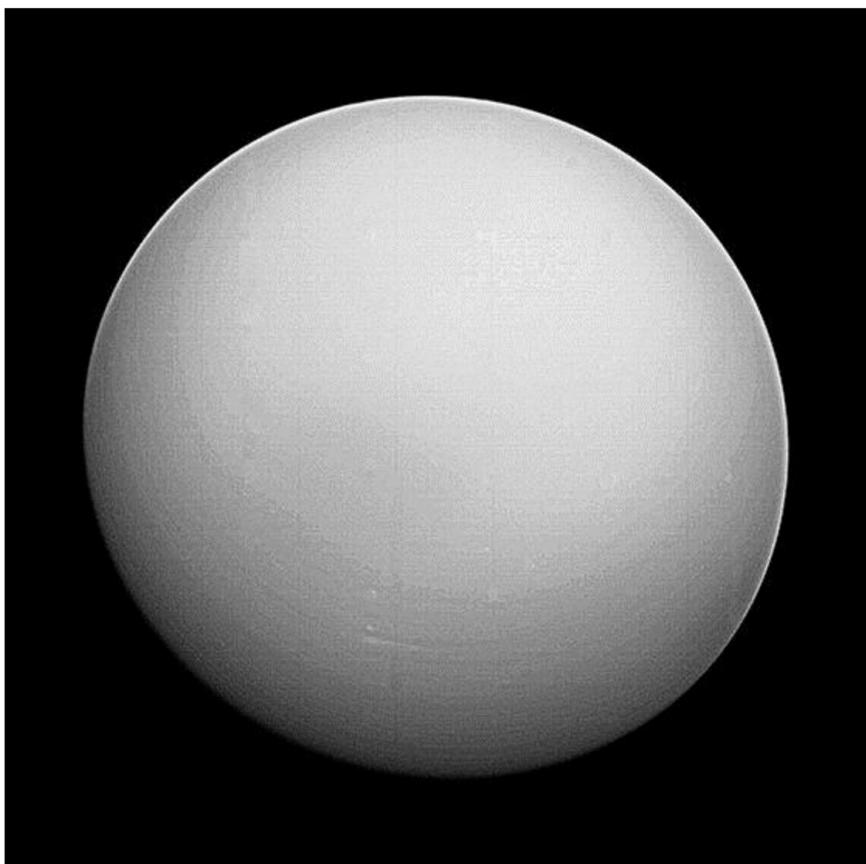
Уран

Блеск Урана колеблется в пределах 5,5–6,0 зв. величины. Планету можно увидеть невооруженным глазом на пределе его возможностей – на темном загородном небе. Но для уверенного обнаружения необходим бинокль. В него, как и в небольшой телескоп, она будет выглядеть просто голубоватой звездочкой, неотличимой от остальных. Уран неоднократно наблюдали в телескоп и до его открытия Гершелем, но каждый раз принимали за звезду и вносили в звездные каталоги под разными именами.

В телескоп с апертурой от 80 мм виден крошечный голубоватый диск Урана. Его диаметр не превышает 4 угловых секунд. Некоторые детали на диске планеты различимы лишь в очень крупные по любительским меркам инструменты – 350–450 мм. В частности, можно попытаться различить два темных пояса и светлые пятна.

Спутники Урана видны лишь в телескопы с большими апертурами. Самые яркие – Титанию и Оберон – при условии темного и прозрачного неба можно попытаться найти с 250-мм телескопом, с 350-мм – Ариель, и с 400-мм – Умбриэль.

Противостояния Урана происходят ежегодно, со смещением примерно в 4 дня от прошлогодней даты. Понятно, что Уран очень медленно движется среди созвездий, и условия его видимости в противостояние (высота над горизонтом) изменяются тоже медленно. В ближайшие 20 лет его противостояния происходят осенью и зимой, и планета постепенно набирает высоту над горизонтом, поднимаясь на широте Москвы от 45 до 58 градусов.



Уран. Снимок «Вояджера-2»

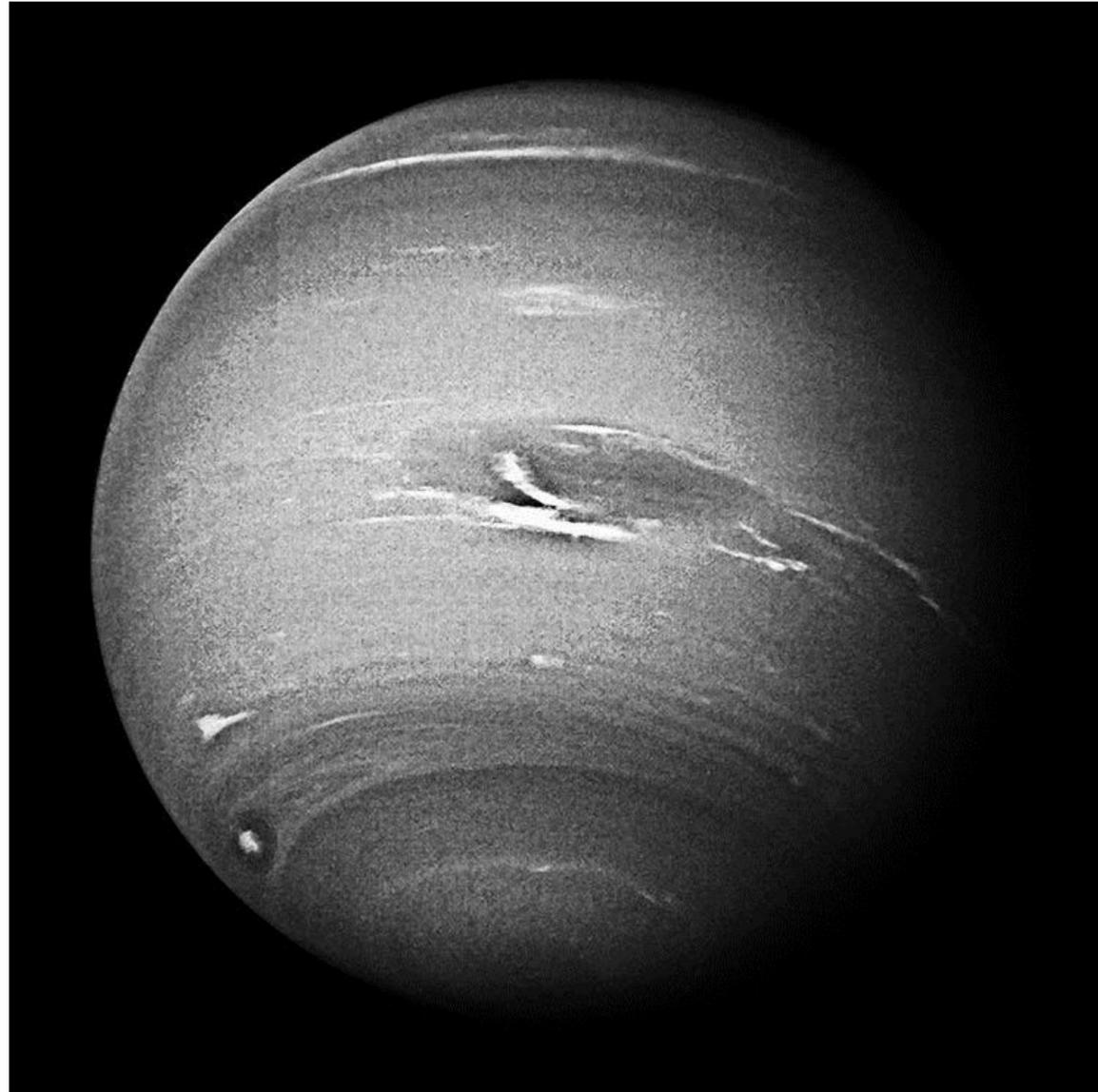
Противостояния Урана до 2038 г.

Дата	блеск
24 октября 2018 года	5,9 ^m
28 октября 2019 года	5,9 ^m
31 октября 2020 года	5,9 ^m
05 ноября 2021 года	5,8 ^m
09 ноября 2022 года	5,8 ^m
13 ноября 2023 года	5,8 ^m
17 ноября 2024 года	5,8 ^m
21 ноября 2025 года	5,8 ^m
26 ноября 2026 года	5,8 ^m
30 ноября 2027 года	5,8 ^m
04 декабря 2028 года	5,7 ^m
08 декабря 2029 года	5,7 ^m
13 декабря 2030 года	5,7 ^m
17 декабря 2031 года	5,7 ^m
21 декабря 2032 года	5,7 ^m
25 декабря 2033 года	5,7 ^m
30 декабря 2034 года	5,6 ^m
04 января 2036 года	5,6 ^m
07 января 2037 года	5,6 ^m
12 января 2038 года	5,6 ^m

Нептун

Блеск Нептуна не бывает ярче 7,7 зв. величины, а это значит, что планета абсолютно недоступна для невооруженного глаза. Найти ее, как и Уран, можно с помощью бинокля или небольшого телескопа. Однако с наблюдением диска Нептуна трудностей куда больше. Его размер не превышает 2 угловых секунд, и различить его можно в телескопы от 200 мм с увеличением не ниже 200 крат. Никаких существенных деталей не видно и с большей апертурой.

Единственный спутник Нептуна, который можно наблюдать в любительские телескопы – Тритон. Его блеск равен 13,5 зв. величины, а максимальное угловое расстояние 17''. На сегодня есть сведения об успешных наблюдениях спутника в телескопы 200–250 мм, хотя желательны более крупные инструменты.



Нептун. Снимок «Вояджера-2»

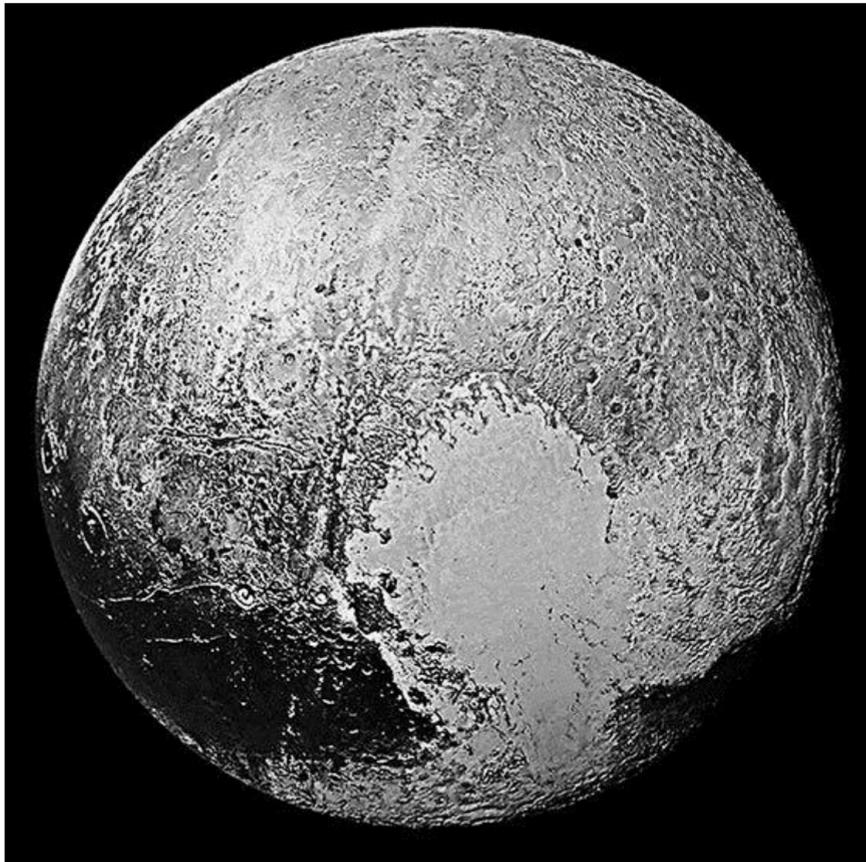
Противостояния Нептуна происходят ежегодно со смещением примерно в 2 дня. В ближайшие 20 лет, как и Уран, Нептун поднимается вверх по эклипике, улучшая свои условия видимости. Его максимальная высота над горизонтом на широте Москвы увеличивается от 30 до почти 50 градусов.

Противостояния Нептуна

Дата	Блеск
07 сентября 2018 года	7,8 ^m
10 сентября 2019 года	7,8 ^m
12 сентября 2020 года	7,8 ^m
14 сентября 2021 года	7,8 ^m
17 сентября 2022 года	7,8 ^m
19 сентября 2023 года	7,8 ^m
21 сентября 2024 года	7,8 ^m
23 сентября 2025 года	7,8 ^m
26 сентября 2026 года	7,8 ^m
28 сентября 2027 года	7,8 ^m
30 сентября 2028 года	7,8 ^m
02 октября 2029 года	7,8 ^m
05 октября 2030 года	7,8 ^m
07 октября 2031 года	7,8 ^m
09 октября 2032 года	7,8 ^m
11 октября 2033 года	7,8 ^m
14 октября 2034 года	7,8 ^m
16 октября 2035 года	7,8 ^m
18 октября 2036 года	7,8 ^m
20 октября 2037 года	7,8 ^m
23 октября 2038 года	7,8 ^m

Плутон

Увидеть Плутон – очень сложная задача, особенно с учетом того, что сейчас он находится в южных зодиакальных созвездиях (в ближайшие 20 лет – в Стрельце и Козероге) и не поднимается высоко над горизонтом на большей части территории России. Кроме того, после прохождения перигелия 5 сентября 1989 года Плутон удаляется от Солнца, а следовательно, снижает блеск, который в ближайшие 20 лет упадет с 14 звездной величины почти до 15. Блеск карликовой планеты продолжит падать и дальше.



Плутон. Снимок аппарата «Новые горизонты»

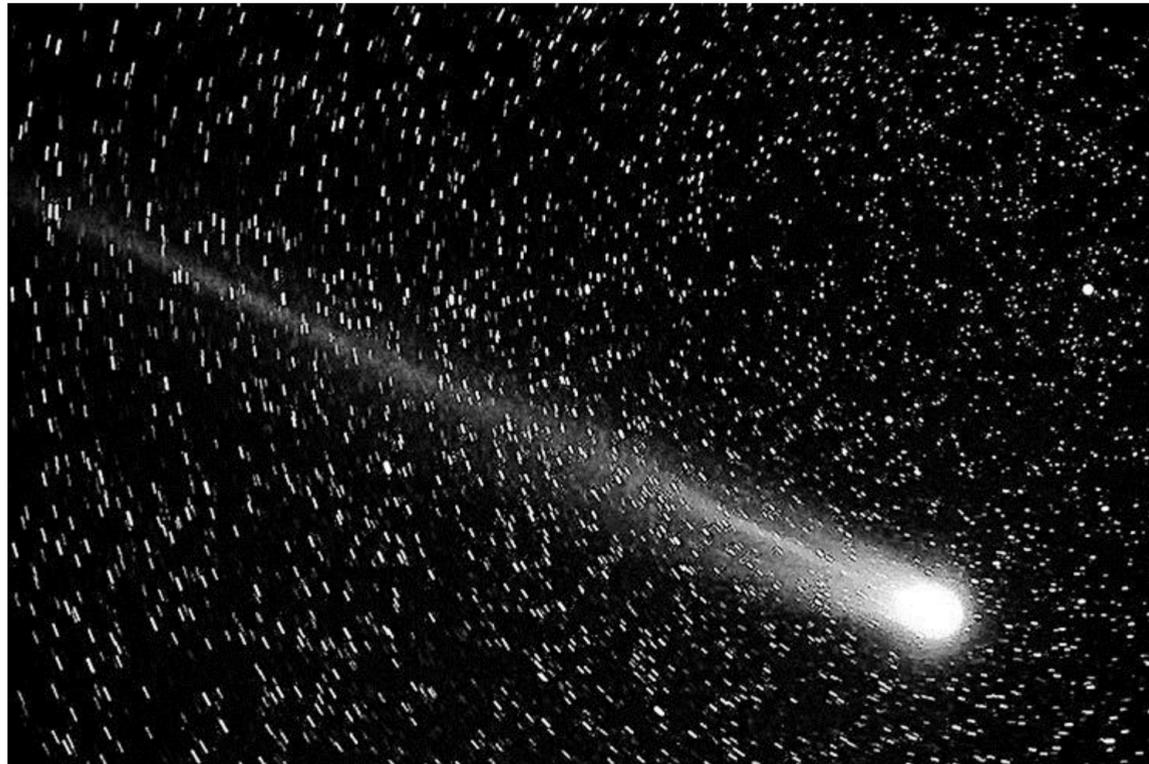
Впрочем, если у вас имеется в наличии телескоп с апертурой порядка 300 мм и выше, подробный звездный атлас или мощная программа-планетарий и место с идеальными условиями для наблюдений – темным и прозрачным небом – вы можете попытать счастья. Если вам удастся разглядеть эту тусклешую «звездочку», выделив ее среди тысяч остальных, а потом уложить в голове тот факт, что это ЕЕ подробнейшие снимки передал на Землю в 2015 г. космический аппарат «Новые горизонты» – перед вашим разумом тоже раскроются новые горизонты, и ваш мир никогда не будет прежним!

10. Кометы

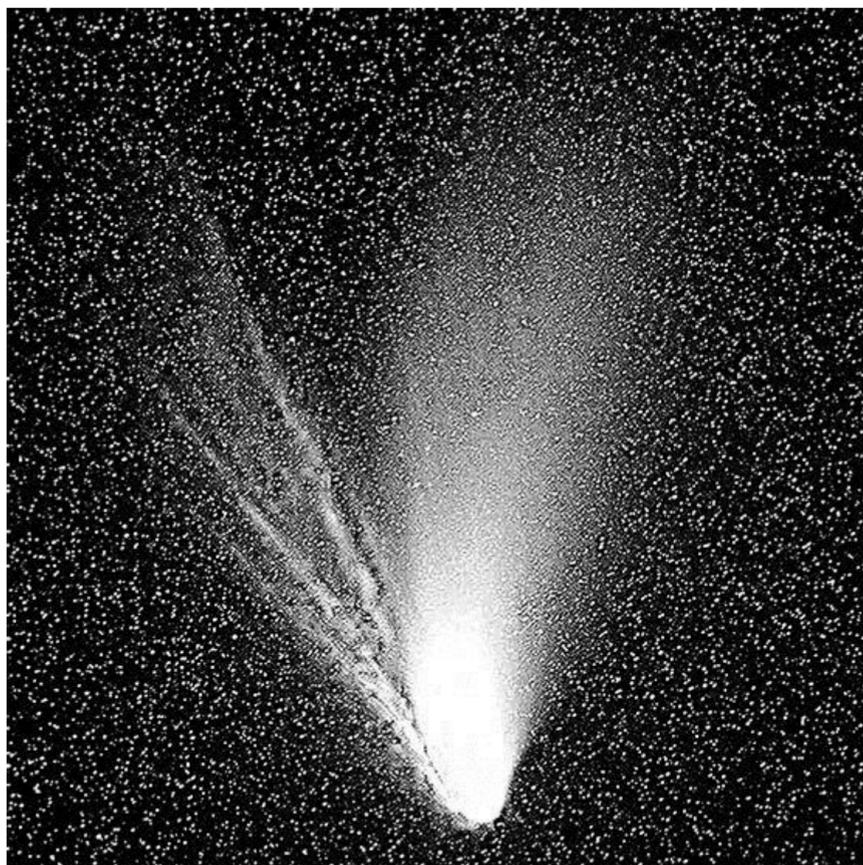
Эти «небесные гости» издавна привлекали внимание людей. Действительно, яркая комета – неповторимое зрелище. Звездообразное ядро, окруженное туманной оболочкой, длинный туманный хвост – все это не похоже ни на какое другое светило. Их видимые пути тоже не похожи на пути планет или Луны: неожиданно появляясь, комета часто движется совсем не по эклиптике, а потом исчезает – кажется, что навсегда. Лишь в XVIII веке, вычислив орбиту одной из комет, Эдмунд Галлей предсказал ее возвращение к Солнцу. Однако большинство из ярких комет имеют либо крайне долгие периоды обращения, либо вообще впервые приближаются к Солнцу, выброшенные с далеких окраин Солнечной системы неведомыми нам гравитационными катаклизмами (например, прохождением близкой звезды). Физическая природа этих объектов сейчас хорошо известна: популярно сравнение кометы с «грязным снежком» из льда, пыли и органических соединений. При прохождении вблизи Солнца лед начинает таять, из ядра выделяются газы и пыль, образующие туманную оболочку и хвост.



Комета Уэста 1976.



Комета Хякутаке. 1996.



Комета ХейлаБоппа. 1997.

Яркие кометы появляются на земном небе в среднем раз в 10 лет. Чаще всего яркими они бывают недолго – считанные недели вблизи прохождения перигелия. Рекордсменами по продолжительности видимости невооруженным глазом стали Большая комета 1811 года (9 месяцев) и комета Хейла-Боппа, которая наблюдалась в 1996–97 гг. (18 месяцев).

Ежегодно можно наблюдать и слабые кометы, доступные любительским телескопам и биноклям.

Кометы – весьма популярные объекты у любителей астрономии, в том числе и потому, что есть шанс открыть новую комету, которая получит имя по фамилии открывателя.

Обозначения комет расшифровываются так, на примере C/2004 R1: 2004 – текущий год, R – буквенное обозначение полумесяца открытия, 1 – номер кометы в данном полумесяце. Буква P ставится впереди, если комета периодическая, например P/2004 R1.

Месяцы	январь	фев- раль	март	апрель	май	июнь
1–15	A	C	E	G	J	L
16– 30(31)	B	D	F	H	K	M
Месяцы	июль	август	сен- тябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1–15	N	P	R	T	V	X
16– 30(31)	O	Q	S	U	W	Y

Кроме того, вместе с этими обозначениями кометы могут носить фамилии людей, открывших их, например комета Галлея, комета Хякутаке, комета Чурюмова – Герасименко или комета Хейла – Боппа. Название может быть присвоено и в честь открывшей комету обсерватории или космического аппарата (комета ISON, комета PANSTARRS, комета SOHO).

Несмотря на то, что сейчас работают все больше автоматических телескопов, следящих за кометами и астероидами, все еще случаются визуальные открытия комет (то есть при прямом наблюдении в телескоп). В наше время многие любители открывают кометы, обрабатывая снимки из баз данных космических и наземных телескопов.

Внешний вид комет

Яркие кометы доступны наблюдению невооруженным глазом, но тонкие детали их строения, как и более слабые кометы, становятся видимыми лишь в оптические приборы, или на фотографиях. Для наблюдения комет, в особенности их хвостов, необходимо большое поле зрения, и идеальным инструментом для них будут бинокли с большой апертурой и телескопы с небольшим увеличением. Конечно, для наблюдения слабых комет все параметры инструмента должны быть больше. Однако для наблюдения тонких структур в голове и хвосте кометы нужен более крупный инструмент (150–250 мм) и большое увеличение.

Наблюдателю комет необходимо хорошо знать звездное небо, расположение слабых, видимых только в бинокль и телескоп звезд и туманных объектов – туманностей, звездных скоплений и галактик. Слабые телескопические кометы очень часто имеют вид таких же туманных пятен без признаков хвоста.

Вид кометы по мере приближения к Солнцу заметно меняется. Под действием тепла и солнечного ветра усиливается испарение газов и выброс пыли из ядра, увеличивается размер окружающей его туманной оболочки (ее называют головой, или комой). Начинает расти хвост, в некоторых случаях – несколько хвостов, направленных в разные стороны.

Нужно помнить, что звездообразное ядро кометы, видимое в телескоп, – это так называемое фотометрическое ядро, но не истинное твердое ядро, которое невозможно увидеть из-за малых размеров (в среднем несколько километров) и окружающих его ярких газово-пылевых оболочек.

Выделяют три основных типа кометных хвостов:

I тип хвостов комет прямой и направлен в сторону от Солнца;

II тип хвостов широкий, изогнутый;

III тип хвостов направлен вдоль орбиты кометы. Такие хвосты неширокие.

Газовый или ионный хвост (I тип) – имеет голубоватый цвет, прямую форму и направлен строго от Солнца. Солнечный ветер разгоняет газ и его частицы до скоростей в десятки и сотни километров в секунду. Это намного больше, чем собственное движение кометы, поэтому хвост направлен строго от Солнца. Ультрафиолетовое излучение Солнца ионизирует газ и вызывает его флуоресценцию, поэтому газовый хвост испускает собственное, чаще всего голубоватое, свечение. Длина его может достигать сотен миллионов километров.

Пылевые хвосты (II и III тип). На кометную пыль солнечный ветер почти не действует, её выталкивает из комы давление солнечного света. Пыль разгоняется светом гораздо слабее, чем ионы солнечным ветром, поэтому её движение определяется начальной орбитальной скоростью движения и ускорением под действием давления света. Пыль отстаёт от ионного хвоста и формирует изогнутые в направлении орбиты хвосты II или III типа. Хвосты II типа формируются равномерным потоком пыли с поверхности. Хвосты III типа являются результатом кратковременного выброса большого облака пыли.

Пылевые хвосты светятся рассеянным красноватым светом.

Явления, происходящие на кометах

Ядро кометы активно постоянно (во всяком случае, при ее приближении к Солнцу), и наблюдатели могут увидеть разнообразные проявления этой активности. Вблизи ядра часто заметны концентрические дуги – так называемые галосы. Это пылевые облака, выбрасываемые из ядра, а затем удаляющиеся от него и рассеивающиеся в атмосфере кометы.

В хвостах ярких комет могут наблюдаться движения ярких деталей – уплотнений, облаков, узлов. Изредка можно наблюдать отрыв хвоста.

Разрушиться может и ядро кометы, при этом ее блеск может даже возрасти, потому что разрушение ядра высвобождает новые потоки газа и пыли.

В целом же процессы, происходящие на кометах, пока изучены не досконально. Например, до конца так и не ясно, что произошло в октябре 2007 года с кометой Холмса, которая внезапно, за несколько часов, увеличила свою яркость в 400 000 раз, став из очень слабой телескопической кометы объектом 3 величины, различимым невооруженным глазом даже на городском небе! Есть предположения, что вспышка была вызвана столкновением с другим небесным телом (например, крупным метеороидом) или, что более вероятно, внутренним давлением газа в ядре, что привело к взрыву.

Визуальная оценка блеска комет

Как видим, кометы – очень непостоянные и непредсказуемые объекты, изменения в их внешнем виде могут произойти в считанные часы. Трудно предсказать их блеск. Поэтому одной из важных задач астрономов-любителей до сих пор остается оценка блеска кометы. Как выполнить такие наблюдения? Главная трудность заключается в том, что комета выгладит туманным пятнышком, а звезды видны как точки. Поэтому сравнение блеска кометы с блеском звезды затруднительно. Помочь может следующий прием. Выводим из фокуса окуляр телескопа или бинокля: звезды при этом будут выглядеть кружками – внефокальными дисками. По мере выдвижения окуляра размеры внефокальных дисков будут увеличиваться, а их яркость – падать. Выдвигаем окуляр до тех пор, пока эти диски не сделаются примерно одного размера с изображением кометы. Добиться полного равенства размеров

изображений нельзя, так как при расфокусировке увеличивается и диаметр внефокального изображения кометы. И все же удастся приблизительно сравнить размеры дисков звезд и изображения кометы, т. к. края головы кометы обладают меньшей яркостью и при выведении из фокуса становятся невидимыми.

Уравняв размеры изображений, мы подбираем несколько звезд сравнения – чуть более ярких и чуть более тусклых по сравнению с кометой – и находим ее блеск путем сравнения с ними.

Фотографирование комет

Кометы – интересные объекты для любительской астрофотографии, в том числе и с точки зрения эффектности кадра. Длинные хвосты, протянувшиеся среди звезд, туманная «голова» рядом с яркой звездой, звездным скоплением, галактикой или туманностью... Делать снимки достаточно ярких комет можно и без телескопа, закрепив фотоаппарат на штативе или монтировке с часовым приводом. Во втором случае можно делать более длительные экспозиции. Широко применяется при съемке комет и метод сложения серии одиночных кадров. Для этого разработано множество компьютерных программ. Например, бесплатная программа DeepSkyStacker – простое, но достаточно мощное средство для обработки снимков звездных полей и скоплений, туманностей, галактик и комет.



Комета Макнота. 2007 г.

Открыть свою комету

В течение четырех веков с момента изобретения телескопа множество комет открыли именно любители астрономии. Сначала поиск был чисто визуальным – человек каждую ясную ночь часами вглядывался в небо через окуляр и искал крохотные туманные пятнышки, которых не было на карте, а также в списках известных комет. Расцвет любительского поиска комет пришелся на вторую половину XX века. Кометы искали и визуально, и фотографическим способом. Две ярчайшие кометы конца 90-х годов прошлого века – Хякутаке и Хейла – Боппа – были открыты любителями визуально. Японский астроном-любитель Юдзи Хякутаке открыл комету 30 января 1996 года, используя мощный астрономический бинокль с апертурой 150 мм, всего через 5 недель после открытия своей первой кометы, которая не преодолела порог видимости невооруженным глазом. У американца Томаса Хейла, одного из открывателей кометы Хейла – Боппа, даже не было собственного телескопа. 23 июля 1995 года он заметил комету, наблюдая в инструмент, принадлежащий его другу.

В начале XXI века ситуация существенно изменилась. В обществе широко обсуждается проблема кометно-астероидной опасности, поднятая опять же в 90-х годах после столкновения в 1994 году кометы Шумейкеров – Леви 9 с Юпитером. В настоящее время существует несколько систем автоматического поиска малых тел Солнечной системы. Мощные телескопы в автоматическом режиме, без участия человека, «прочесывают» небо каждую ясную ночь и открывают сотни и тысячи новых астероидов и комет. Конкурировать с ними на равных любителям становится все труднее.

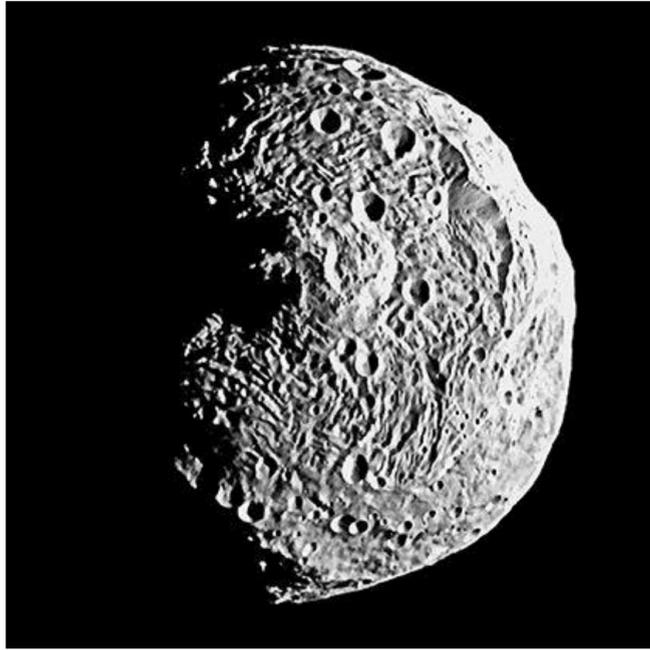
Но наиболее продвинутые, целеустремленные и технически оснащенные астрономы-любители и сейчас открывают кометы. Кто-то приобретает или строит сам крупные высокотехнологичные инструменты (да, серьезное хобби стоит больших затрат), кто-то занимается обработкой снимков с крупных телескопов, выложенных в открытом доступе. Группа энтузиастов ищет кометы в окрестностях Солнца – на снимках космических обсерваторий SOHO и STEREO, изучающих Солнце. За 20 лет работы в поле зрения SOHO попало более трех тысяч комет! Многие из них не пережили близкого подлета к нашему светилу и распались, но оставили свой след в истории благодаря людям, обнаружившим их на снимках.

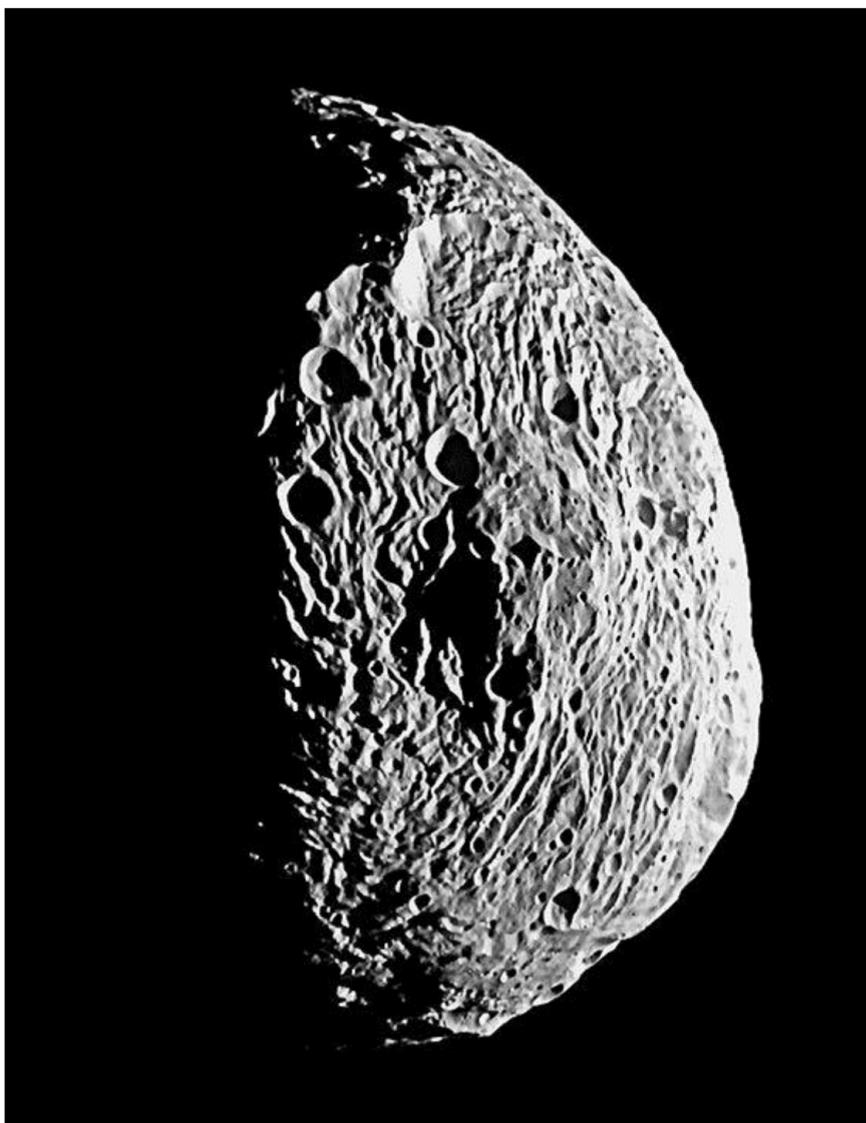
Более подробно о методах наблюдения комет можно почитать, например, тут: <http://www.nevski.belastro.net/> (раздел «Методики наблюдений»).

11. Астероиды

Хронология открытий

Астероиды – это каменные глыбы, размерами примерно от 30 м до 500 км, обращающиеся вокруг Солнца. Эти небольшие небесные тела не были известны древним астрономам. Практически все они не видны невооруженным глазом. Исключением является лишь самый яркий астероид – Веста, который достигает в противостояниях 5 звездной величины. Но такую неяркую, хоть и видимую простым глазом «звездочку» трудно различить среди тысяч других таких же тусклых огоньков, тем более трудно заметить ее перемещение среди звезд. Чтобы обнаружить светило, которого нет на карте, заметить движение такого тусклого объекта, необходим упорный целенаправленный поиск, внимательное изучение небольших участков неба в течение длительного времени.





Астероид Веста с разных сторон. Снимки аппарата «Dawn»

Первые четыре астероида – Церера, Палладу, Юнону и Весту – открыли в самом начале XIX века, с 1801 по 1807 г. Следующий – Астрею – открыли лишь в 1845 году, и сделал это немецкий астроном-любитель Карл Людвиг Хенке. Он же спустя два года открыл шестой астероид – Гебу. Со второй половины XIX века открытий стало значительно больше, потому что к поиску присоединились многие астрономы. Начиная с 1850 года открывалось не менее одного нового астероида в год. Процесс ускорился после того, как в 1890-х гг. стали применять метод астрофотографии – на снимках с длительной экспозицией, сделанных с часовым механизмом, звезды оставались точками, а астероиды, которые успевали переместиться на фоне звезд – короткими вытянутыми черточками. Чуть позже появился метод поиска с помощью блинк-компаратора^[16] – устройства, позволяющего совместить изображения на двух снимках одного и того же участка неба, полученных в разное время, и при помощи стереоскопического эффекта или быстрой смены изображений и обнаружить на них объекты, которые переместились или изменили свою яркость. В честь этого прибора был назван один из астероидов – Стереоскопия – открытая в 1905 году. Она стала 566 по счету астероидом и первым астероидом, открытым при помощи этого прибора. В настоящее время для поиска астероидов используются цифровые камеры, и изображения обрабатываются с помощью компьютерных программ.

Количество известных астрономам астероидов возросло к началу XXI века в геометрической прогрессии. По состоянию на март 2016 г... в базе данных насчитывалось более 1,3 млн. астероидов, для 750 000 из которых точно определены орбиты. Всего же в Солнечной системе может находиться, по разным оценкам, до 1,9 миллиона объектов, имеющих размеры более 1 км. Минимальные размеры для астероида – 30 м. Тело меньшего диаметра называется метеороидом.

Что мы знаем об астероидах

В настоящее время Церера, считавшаяся ранее первым открытым и крупнейшим по размеру и массе астероидом, считается карликовой планетой, так как исследования ее космическим телескопом «Хаббл» и АМС «Dawn» подтвердили, что ее форма близка к сферической. Основное отличие астероидов от карликовых планет в том, что из-за меньшего размера и массы астероиды имеют неправильную, осколочную форму.

Большинство известных на данный момент астероидов сосредоточено в пределах пояса астероидов, расположенного между орбитами Марса и Юпитера. Однако существуют астероиды, приближающиеся к Солнцу ближе Земли и Меркурия (самый известный из них – Икар, названный в честь мифического героя, погибшего в попытке приблизиться к Солнцу). Есть астероиды, чьи орбиты пересекают орбиту Земли, а значит, есть угроза столкновения.

Эта опасность сейчас привлекает к себе все большее внимание, особенно после столкновения с Юпитером кометы Шумейкеров-Леви 9 и падения Челябинского метеорита. Существуют специальные шкалы оценки кометно-астероидной опасности, самая известная из которых – Туринская шкала https://cneos.jpl.nasa.gov/sentry/torino_scale.html Она разбивает все астероиды на 11 групп, которым присвоены индексы от 0 до 10, где 0 (белая зона) – опасность столкновения полностью исключена, 1 (зеленая зона) – чрезвычайно низкая, 2-4 (желтая зона) – события, заслуживающие беспокойства, 5-7 (оранжевая зона) – угрожающие события, 8-10 – красная зона, неизбежное столкновение и нарастающая степень разрушений. Стоит заметить, что по состоянию на 9 февраля 2017 года ни один астероид не имел ненулевого значения по этой шкале. Много говорилось об астероиде Апофис, и о возможности его столкновения с Землей в 2029 или 2036 году. Изначально он получил 4 по туринской шкале. Впоследствии риск был уменьшен сначала до 1, затем до 0. Но расслабляться не стоит: события в небе над Челябинском 15 февраля 2013 года напомнили миру о том, что опасное тело может оказаться на пути нашей планеты совершенно неожиданно...

Поиском таких околоземных объектов заняты сейчас автоматические системы телескопов.

Именование астероидов

Сначала астероидам, в продолжение традиции названий для больших планет, давали имена героев римской и греческой мифологии. Но довольно скоро стало ясно, что мифологических имен для этих многочисленных тел явно не хватает. Открыватели получили право называть их как угодно – именем близкого человека, деятеля науки или искусства, политика, города, страны, и т. д. В отличие от комет, астероидам не присваиваются фамилии открывателей. Вначале астероидам давались преимущественно женские имена, мужские имена получали только те из них, которые имели необычные орбиты (например, уже упомянутый Икар, приближающийся к Солнцу ближе Меркурия). Но и это правило впоследствии перестало соблюдаться.

Получить имя может не любой астероид, а лишь тот, орбита которого более или менее надёжно вычислена.

Любительские наблюдения астероидов

Поскольку в самые крупные инструменты астероиды кажутся точками, наблюдения их сводятся к поиску и отождествлению на небе, отслеживанию перемещения астероидов среди звезд – визуально или фотографически.

Научную ценность представляют наблюдения покрытий звезд астероидами. При этом явлении звезда, покрываемая астероидом (который обычно намного тусклее ее), на короткое время уменьшает свою яркость. Наблюдения покрытий очень ценны для уточнения орбиты астероида, его размеров и формы. Можно таким образом обнаружить спутник астероида (он произведет дополнительное покрытие). Это довольно трудоемкий и точный вид наблюдений, не каждый любитель, даже опытный, может взяться за это (к тому же покрытия, как и солнечные затмения, видны лишь из определенных участков Земли, куда нужно поехать или жить поблизости)

Самый доступный для любителя метод таких наблюдений – регистрация покрытий обычным секундомером, у которого имеется возможность отмечать два и более моментов времени. Если нет такого инструмента, можно использовать два секундомера, но при этом обеспечить их одновременный запуск.

Секундомер запускается по сигналам точного времени непосредственно перед покрытием, в пределах часа. Это необходимо делать во избежание погрешности секундомера, которая накапливается со временем.

Начинать следить за звездой нужно за 2–3 мин до ожидаемого момента покрытия, а заканчивать – через 2–3 мин после предсказанного момента, потому что всегда присутствует вероятность ошибки и, кроме того, имеется возможность открыть спутник у астероида.

12. Метеоры и метеориты Объекты и явления

«Падающую звезду» – короткую вспышку света на ночном небе – хотя бы раз в жизни довелось увидеть почти каждому из нас. Но далеко не каждый вспомнит, как правильно называется это явление. Метеор? Метеорит? Или, может быть, метеороид? Прежде всего, внесем ясность в этот вопрос.

Итак, в космическом пространстве движутся вокруг Солнца не только планеты, карликовые планеты и астероиды, но и множество тел и частиц размером примерно от 100 мкм до десятков метров. Эти тела называются метеороидами, или метеорными телами.

Согласно официальному определению Международной метеорной организации (ИМО), метеороид – это твёрдый объект, движущийся в межпланетном пространстве, размером значительно меньше астероида, но значительно больше атома. Британское королевское астрономическое общество выдвинуло другую формулировку, согласно которой метеороид – это тело диаметром от 100 мкм до 10 м. Другие источники определяют верхний предел размера метеороида в 30 м. Все, что больше, – считается уже астероидом.



Полет болида над телескопом ALMA, Чили.



Метеоритный кратер в Аризоне



Фрагменты Челябинского метеорита

Влетая в атмосферу Земли, метеороид раскаляется в результате трения о плотные слои воздуха и частично или полностью разрушается. Световую вспышку, которая возникает при этом, мы называем метеором. Метеор – это не объект (метеороид), а явление (вспышка света).

Особенно яркие метеоры (ярче минус четвертой величины, то есть ярче Венеры), вызванные входом в атмосферу крупных частиц, называются болидами. Часто болиды выглядят как огненный шар. Их блеск может сравниться с полной Луной, а в исключительных случаях они превосходят по яркости и Солнце!

Частицы, не сгоревшие в атмосфере и упавшие на поверхность Земли, называются метеоритами. Их размер может быть совершенно разным: от 10 мкм и миллиграммов веса до сотен тонн. Отметим, что даже если тело было больше 30 м в диаметре и относилось уже не к метеороидам, а к астероидам, то, упав на Землю (а также и на другую планету или любое другое небесное тело), оно все равно будет называться метеоритом.

Крупные тела, входя в атмосферу, как правило, разваливаются на несколько частей, которые либо сгорают в атмосфере, либо достигают поверхности Земли. Наблюдатели видят дробление болида на части, а на землю может выпасть несколько кусков метеоритной породы. Это явление называется метеоритным дождем (не путать с метеорным дождем и метеорным потоком – о них речь впереди). Большинство крупных метеоритов – например Сихотэ-Алиньский в 1947 году или Челябинский в 2013 – выпадали именно в виде метеоритного дождя.

Наблюдения метеоров – традиционное поле деятельности астрономов-любителей. Наблюдения проводятся визуально (невооруженным глазом), фотографически (снимки с большой экспозицией или серии снимков), можно фиксировать явление и на видео.

Метеорные потоки

Метеорные частицы бороздят околоземное пространство во всех направлениях и могут войти в атмосферу Земли в любой момент времени и с любой стороны. Такие метеоры называются спорадическими^[17]. Но часто эти частицы являются остатками кометного вещества, которые были выброшены из ядра кометы и рассеяны вдоль ее орбиты. Они, так же, как и сама комета, обращаются вокруг Солнца по определенной орбите. Если Земля пересекает орбиту такого потока частиц, то его называют метеорным потоком – мы видим множество метеоров, которые кажутся нам вылетающими из одной точки – ее называют радиантом потока. На самом деле метеоры в потоке движутся параллельно, а иллюзия вылета из радианта вызвана эффектом перспективы – тем самым, который «заставляет» параллельные рельсы сходиться у горизонта.

Поскольку Земля в своем движении по орбите пересекает орбиты метеорных потоков в определенные дни года, мы видим, как в течение некоторого, строго определенного периода времени начинается, постепенно увеличивается и идет на спад активность того или иного потока. Обычно период действия потока – порядка месяца, но только одну-две ночи наблюдается максимум с резким возрастанием. Активность потока оценивают зенитное часовое число (англ. zenithal hourly rate, ZHR) – расчётная величина, характеризующая активность метеорного потока и показывающая, сколько метеоров в час смог бы увидеть наблюдатель, если бы его предельная видимая звёздная величина равнялась теоретической (6,5m), при расположении радианта потока в зените (прямо над головой). На практике это число почти всегда ниже из-за погодных условий, засветки, положения радианта.

Метеоры, наблюдаемые в период максимума какого-либо потока, если число их велико – 60–100 метеоров в час и выше – называют еще метеорным дождем (не путать с метеоритным – метеоры, как правило, не долетают до Земли). Иногда (очень редко) происходят звездные ливни – когда наблюдаются сотни и тысячи метеоров в час. Например, знаменитые звездные ливни в ноябре 1833 и 1966 года, порожденные потоком Леониды. Их ZHR достигало 150 000 метеоров в час! Обычно же даже активные потоки дают в среднем 100-200 метеоров в час в максимуме.

Потоки получают названия в основном в честь созвездия (иногда конкретной звезды созвездия), в котором (или близ которой) расположен их радиант. Например, Персеиды – по созвездию Персея, Леониды – по созвездию Льва, Геминиды – по созвездию Близнецов (берутся латинские названия созвездий).

Для многих метеорных потоков установлено родительское тело, служащее источником метеорных частиц. Например для самого, пожалуй, известного метеорного потока – августовских Персеид – прародительницей является комета 109P/Свифта – Туттля, а для майских эта-Акварид и октябрьских Орионид – знаменитая комета Галлея.

Самые интересные метеорные потоки

• Аквариды

Два метеорных потока. Между 24 апреля и 20 мая (чаще 4–5 мая) наблюдаются Эта-Аквариды, прекрасный южный метеорный ливень до 30 метеоров в час, связанный с кометой Галлея. Видимая скорость движения 66 км/с. Дельта-Аквариды наблюдаются между 15 июля и 20 августа, с пиками 29 июля и 7 августа. Связаны с кометой Мачхольца 1986 VIII. Дельта-Аквариды были замечены еще в XI веке в Китае. Видимая скорость движения северных 31 км/с (до 15 шт/час), а южных 41 км/с (до 30 шт/час).

• Андромедиды

Метеорный поток, связанный с кометой Биелы, которая распалась в конце 1846 года и после 1852 года более не наблюдалась. По более поздним данным распад самой кометы произошёл близ Юпитера между 1842 и 1843 годами. Несмотря на распад самой кометы, хорошо заметные метеоритные дожди продолжались до 1899 года. В результате гравитационного воздействия Юпитера на орбиту Андромедид их поток в XX веке стал беден метеорами. Первое зарегистрированное появление потока, радиант которого находился вблизи звезды Гамма Андромеды, датировано 1741 г. Зрелищные метеорные потоки наблюдались в ноябре 1872 г. и 1885 г., когда по ночам

на небе в течение часа можно было увидеть несколько тысяч метеоров. Этот поток известен также как Биелиды. Наблюдаются 10—27 ноября с пиком на 27 ноября. Медленные с видимой скоростью движения 16 км/с, красноватого цвета.

- Геминиды***

Ежегодный метеорный поток, радиант которого лежит в созвездии Близнецов (у звезды Кастор). Максимум потока приходится на 13 декабря, а наиболее частое время его появления — 7—16 декабря. Этот метеорный поток имеет необычную орбиту с расстоянием перигелия всего 0,14 а. е. В 1983 г. инфракрасный астрономический спутник «IRAS» открыл астероид Фаэтон (3200), который, по-видимому, является родительским телом для этого потока, а также — ядром кометы, в настоящее время утратившим активность. Это самый обильный поток северного неба (до 70 шт/час). Метеоры белого цвета без следов, много бывает болидов.

- Дракониды***

Метеорный поток, связанный с кометой Джакобини — Циннера, который можно иногда наблюдать около 9—10 октября. Радиант лежит вблизи «головы» Дракона. Число фиксируемых за год метеоров от года к году сильно меняется. Так, в 1933 г. наблюдалось захватывающее зрелище, когда интенсивность потока быстро достигла 350 шт. в минуту, что вновь было отмечено только в 1946 г. Умеренные ливни имели место в 1952 и 1985 гг. Этот поток известен также под названием «Джакобиниды». Видимая скорость движения этих красноватых метеоров 23 км/с.

- Квадрантиды***

Ежегодный метеорный поток, радиант которого лежит в созвездии Волопаса, около границы с созвездиями Геркулеса и Дракона. Название относится к тем временам, когда эта область неба принадлежала созвездию Стенного Квадранта (Quadrans Muralis), теперь уже не существующему. Пик метеорного потока приходится на 3 января, а обычные пределы — с 1 по 6 января. Узкий поток метеоров связан с кометой Мачхольца 1986 VIII, а возникающий звездный дождь очень непостоянен, так что его пик длится недолго. Обычно наблюдается до 35 метеоров в час, но в 1984 г. наблюдался дождь. Видимая скорость движения метеоров 35,41 км/с. Радиант расположен в точке с RA 15h 28m, Dec. 50°.

- Леониды***

Ежегодный метеорный поток, радиант которого лежит в «серпе» созвездия Льва. Пик потока приходится на 17 ноября, а обычная продолжительность — около четырех дней. Хотя в эти дни каждый год наблюдается лишь небольшое число метеоров (до 15), иногда отмечаются и захватывающие зрелища. Так, в 1966 г. Леониды дали возможность наблюдателям в США полюбоваться самым богатым когда-либо зарегистрированным метеорным ливнем: можно было увидеть до 40 метеоров в секунду.

Поток связан с кометой 55P/Темпеля-Тутля, впервые зарегистрированной в 1865 г., которая имеет период, равный 33 годам. Метеорное вещество сконцентрировано около кометы, а не распределено равномерно по орбите. Поэтому красивые зрелища возможны только раз в 33 года, хотя и в этом случае они не обязательны, особенно если комета проходит слишком далеко от орбиты Земли. Впервые поток был замечен в 899 г. в Египте. Метеоры очень быстрые (71 км/с), зеленоватого цвета.

- Лириды***

Ежегодный метеорный поток, иногда называемый апрельскими Лиридами. Его радиант лежит на границе созвездий Лиры и Геркулеса. Пик метеорного ливня приходится на 22 апреля, обычное время его появления — с 19 по 25 апреля. Метеорный поток связан с кометой Тэтчера (C/1861 G1). Хотя обычно метеорный поток бывает слабым (до 10 шт/час), иногда наблюдаются красивые ливни, как, например, в 1922 г. Исторически метеорный поток Лирид прослеживается в течение 2500 лет.

- Персеиды***

Ежегодный метеорный поток, радиант которого лежит в созвездии Персея. Пик метеорного ливня приходится на 12—13 августа, а обычное время его появления — с 17 июля по 24 августа. Метеорный поток связан с кометой Свифта — Туттля 1862 III. Обычно метеорный поток бывает до 70 шт/час, иногда наблюдаются 6—8 метеоров за 2—3 минуты, в августе 1980 г. наблюдался дождь. Метеоры яркие, со шлейфом, белого цвета.

Полезные советы для организации наблюдений

Большинство метеорных потоков лучше наблюдать после полуночи, так как именно тогда часть Земли, на которой находится наблюдатель, повернута к радианту (обычно радианты в период действия потоков поднимаются высоко в небе как раз под утро). Скорость утреннего метеора, летящего навстречу Земле, складывается со скоростью Земли, что приводит к увеличению яркости вспышки, вследствие чего метеор легче заметить.

Конечно, желательно найти место с как можно большей площадью открытого неба и свободное от городских огней. В идеале нужно поехать в сельскую местность, но и в городе можно найти участки, где фонари скрыты за домами или деревьями.

Наблюдая метеорные потоки, желательно смотреть на область неба не вблизи радианта, а примерно на расстоянии 60 градусов от него. В этой области вероятность увидеть метеор максимальная, кроме того, его траектория выглядит длиннее.

Можно смотреть и в область зенита, благодаря большой угловой высоте атмосфера там прозрачней, и это тоже повышает шанс увидеть метеор. Но наблюдать область зенита неудобно — устает и затекает шея, нарушается кровоснабжение головного мозга. Позаботьтесь об удобном сиденье для наблюдений. Рекомендуется проводить такие наблюдения лежа — на раскладушке, в шезлонге, на надувном матрасе и т. д.

Даже если вы наблюдаете метеоры летней ночью — например, Персеиды в августе — обязательно позаботьтесь о теплой одежде. Даже летом ночи бывают холодные, а сырость от росы испортит положение неправильно одетого наблюдателя окончательно.

Если вы идете на наблюдения компанией в несколько человек, распределите между собой разные участки неба, чтобы охватить весь небосвод.

Наблюдения метеоров

Яркость и цвет метеора зависят от химического состава и массы метеорной частицы и от ее скорости относительно Земли. «Встречные» метеоры загораются на большей высоте, они ярче и белее; «догоняющие» метеоры всегда слабее и желтее.

В тех редких случаях, когда метеорная частица достаточно велика, наблюдается болид — ярко светящийся шар с длинным следом, днем — темным, ночью — светящимся. Появление болида часто сопровождается звуковыми явлениями (шум, свист, грохот) и выпадением метеорного тела на Землю.

Наблюдателю метеоров можно порекомендовать следующую алгоритм работы:

- Сразу же после наблюдения явления записать по возможности как можно точнее время и дату события.
- Оценить положение и направление полета метеора либо относительно земных предметов, либо по ярким, хорошо известным звездам (или хотя бы по частям созвездий).
- Оценить угловую длину пути метеора.
- Оценить угловую скорость полета: медленная, средняя, быстрая, очень быстрая.
- Оценить в секундах продолжительность полета. Для получения опыта таких оценок полезно потренироваться с секундомером.
- Заметить относительно ближайших ярких звезд яркость метеора и «привязать» его к звездам. Например, ярче такой-то звезды, но слабее Венеры. Всегда отмечается максимум яркости метеора.
- Назвать цвет метеора: белый, желтоватый, чисто желтый, красновато-желтый, оранжевый, красный.
- Запомнить положение максимума яркости на траектории, мысленно разделив ее на 5 частей (например: на расстоянии ²/₅ от конца траектории). Отметить наличие вспышек на траектории, впечатление от объекта: очень плотный звездообразный, рыхлый и тусклый, заметен или нет диаметр.
- Если после полета метеора остался след, то отметить по часам время его видимости, плотность, скорость дрейфа в атмосфере. Сразу же после увиденного явления записать все наблюдения. Полезно также сделать рисунок с нанесением земных ориентиров, изображения траектории полета метеора и ее характерных особенностей. По нескольким квалифицированным сообщениям можно установить причину события, разыгравшегося на глазах наблюдателя. Особенно ценно, если явление сопровождалось звуковыми явлениями (шипением, свистом, вплоть до удара о землю). В этом случае обязательно постарайтесь сообщить о происшедшем специалисту.

При наблюдении метеорных потоков проводится также подсчет общего числа метеоров.

Если вы стали свидетелем полета болида или явления, которое может оказаться метеором или болидом (яркая вспышка в небе) — рекомендуем обратиться в группы во ВКонтакте или в Facebook под названием «AstroAlert Наблюдательная астрономия» (их руководитель — Станислав Короткий):

https://vk.com/astro.nomy

https://www.facebook.com/astroalert/

13. Наблюдения искусственных спутников Земли и других искусственных объектов в околоземном пространстве

Уже 6 десятилетий в космическом пространстве Солнечной системы движутся искусственные тела, созданные человеком. За это время они стали привычной частью нашей жизни — а также популярной целью любительских астрономических наблюдений.

Стоит заметить, что в 1950—70 гг. наблюдения искусственных спутников поддерживались на государственном уровне, была создана сеть станций наблюдения ИСЗ, на которых работали, в основном, школьники и студенты. Эти наблюдения имели ценность прежде всего в плане обнаружения военных спутников США и других западных стран.

В настоящее время многие функции этой сети выполняют автоматические станции слежения, но ценность любительских наблюдений по-прежнему велика, например, в случае наблюдения схода космического аппарата с орбиты. Эффектное зрелище представляют собой старты ракет, отделение их ступеней, которые могут приводить к появлению так называемой «медузы» — характерной формы облака из отработанных газов, тянущегося за ракетой-носителем. С Земли можно наблюдать и стыковки космических кораблей с МКС. Иногда наблюдается пролеты МКС и других космических аппаратов на фоне Луны и Солнца, что, при должной подготовке, позволяет сделать эффектные снимки и видеозаписи.

Интересно может быть и визуальное наблюдение ярких спутников. В настоящее время есть много спутников, видимых невооруженным глазом, но в основном их блеск не ярче 2—3 величины.

Самым ярким объектом на околоземной орбите сейчас является Международная космическая станция. Ее блеск на небе всегда выражается отрицательной звездной величиной и может достигать значения -3 (ярче Юпитера), а в исключительных случаях -5 (ярче Венеры). Любители астрономии устраивают настоящую «фотоохоту» на МКС – многим из них удается запечатлеть моменты ее пролета на фоне диска Солнца или Луны или по интересным созвездиям. Если поймать станцию в поле зрения телескопа (она пересечет его за считанные секунды), то с увеличением порядка 40–50 крат уже можно разглядеть ее форму, панели солнечных батарей. Многие любители ухитряются делать и такие – снятые с большим увеличением – снимки «звездного дома» космонавтов и астронавтов. (Стоит напомнить, что площадь МКС вместе с панелями солнечных батарей примерно равна футбольному полю, а масса ее – свыше 400 тонн!). Впрочем, на короткое время космические аппараты могут становиться и еще ярче. В течение уже 20 лет (с 1997 года) наблюдаются так называемые вспышки «Иридиумов» – яркие «зайчики» солнечного света, отраженного от антенн спутников связи «Иридиум». Эти вспышки длятся несколько секунд и похожи на вспышки метеоров, но отличаются от них более медленной скоростью движения и нарастания-затухания блеска. Яркость этих вспышек может достигать -8 звездной величины – намного ярче Венеры и сравнимо с Луной. К сожалению, для любителей астрономии и радости для связистов, с 2017 года началась замена старых аппаратов сети на спутники нового поколения, которые имеют антенны другой конструкции и которые уже не могут давать таких ярких вспышек. Процесс замены спутников на новые, как ожидается, займет около двух лет.

Посмотреть моменты и траектории вспышек «Иридиумов», пролетов МКС и других космических аппаратов можно на сайте <http://heavens-above.com>.

14. Явления в атмосфере Земли

В небе над Землей можно увидеть не только звезды, планеты и другие небесные тела, но и бесчисленное разнообразие явлений, происходящих внутри воздушной оболочки нашей планеты. Например, те же метеорные частицы сгорают именно в верхних слоях атмосферы. Перечислим еще несколько «земных» явлений, которые любят наблюдать многие астрономы-любители.

Полярное сияние

Это удивительное зрелище представляет собой свечение верхних слоев земной атмосферы, возбужденное потоками частиц высокой энергии, приходящих к Земле от корональных выбросов масс на Солнце. Сияние обычно наблюдается в районе магнитных полюсов Земли. Но в период магнитных бурь, вызванных особенно сильными выбросами солнечного вещества, когда электроны и протоны от них достигают Земли, область возникновения сияний значительно расширяется. Тогда их можно увидеть и в средних широтах Земли, а при экстремально сильных магнитных бурях – даже в тропиках, хотя, конечно, случается это очень редко. Явление наблюдается в обоих полушариях Земли, но так как в Южном полушарии в приполярных зонах нет населенных пунктов (исключая полярные станции), то наблюдается оно чаще в Северном полушарии и в просторечии называется «северным сиянием». Однако в определенных случаях его могут наблюдать и жители Новой Зеландии и Австралии. Пик магнитных бурь приходится на периоды весеннего и осеннего равноденствия на Земле. Это связано с взаимной ориентацией магнитных полей Земли и Солнца. Частота полярных сияний тоже максимальна в это время. Но надо учесть, что они могут возникнуть и в дневное время, когда, естественно, их не видно, если, конечно, дело не происходит за полярным кругом. Благодаря тому, что зимой продолжительность ночей самая большая, именно зима считается наиболее благоприятным периодом для наблюдения сияний.



Полярное сияние

Нередко полярное сияние, особенно, если оно невысоко над горизонтом, можно спутать с зарей или заревом от больших городов. Когда сияние наблюдается выше над горизонтом, становятся видны характерные детали – «занавесы», «дуги», «короны». Сияние может висеть почти неподвижно или динамично двигаться. В свечении преобладают зеленые и красные цвета, обусловленные свечением ионизированных атомов кислорода и азота.

Предсказать появление сияний довольно сложно. Нужно следить за вспышками на Солнце, магнитными бурями и их силой. В интернете есть немало сайтов обсерваторий и институтов, которые публикуют информацию о солнечной активности и отслеживают индекс магнитной активности (Кр-индекс). Его значения колеблются от 1 до 9, где 1 – все спокойно, а 9 – экстремально высокий уровень, приводящий к выходу из строя электронных приборов. Геомагнитная буря начинается при Кр-индексе 5–6 баллов, а 7–8 баллов – это геомагнитный шторм. В Мурманске полярное сияние может быть видно при Кр-индексе около 3 баллов, в Санкт-Петербурге – около 5, в Москве – около 6. Существуют приложения для компьютеров и смартфонов, позволяющие отследить повышение Кр-индекса.

Полярные сияния можно фотографировать на обычные цифровые камеры и снимать на видео. На фотографиях может проявиться слабое сияние, незаметное для глаза.

Серебристые облака

Это явление, точнее, физика его образования, во многом остается для нас еще загадкой. Оно представляет собой чрезвычайно разреженные облака из мельчайших ледяных частиц, образующиеся в верхних слоях атмосферы на высоте 75–85 км. Эти облака слишком прозрачны, чтобы их можно было увидеть днем. Их можно наблюдать только в летние месяцы в средних широтах в глубоких сумерках над северным горизонтом на фоне темно-синего неба. Благодаря тому, что на таких больших высотах в это время года еще светит Солнце, подсвечивая облака, мы имеем возможность наблюдать их. Обычные облака, которые плавают в тропосфере на высотах не больше 10 км, в это время уже не освещены Солнцем и кажутся темными. Серебристые же облака ярко светятся серебристо-белым или голубоватым сиянием на фоне потемневшего неба и кажутся фосфоресцирующими, но в то же время они настолько тонки, что сквозь них легко видны звезды (кстати, как и сквозь полярное сияние). Внешний вид их напоминает перистые облака. Их называют также полярными мезосферными облаками (polar mesospheric clouds, PMC), или ночными светящимися облаками (noctilucent clouds, NLC). Именно последнее название, наиболее точно отвечающее их внешнему виду и условиям их наблюдения, принято как стандартное в международной практике.



Серебристые облака

Об этих облаках долгое время не было почти никаких упоминаний в научных трудах. Лишь в 1885 году на них обратили внимание сразу несколько ученых. Облака 1885 года были чрезвычайно яркими. Высказывались гипотезы о связи их появления с произошедшей за два года до того гигантской природной катастрофой – взрывом вулкана Кракатау, в результате которого огромное количество газа и пепла было выброшено в атмосферу, как раз на высоты до 70 км. Помимо серебристых облаков в атмосфере после этого наблюдались и другие необычные явления, в частности, необычно яркие вечерние и утренние зори.

Яркие серебристые облака наблюдались и вскоре после падения Тунгусского метеорита в 1908 г. Аномальные серебристые облака появились в феврале 2013 года после падения Челябинского метеорита.

Природа серебристых облаков изучена недостаточно хорошо. В их образовании, по-видимому, принимают участие и метеорные частицы, и вулканическая пыль, служащие ядрами конденсации ледяных кристаллов. Но не вполне понятно, как водяной лед попадает на такие высоты.

Вместе с тем серебристые облака служат природным маркером воздушных потоков в мезосфере, и это очень хорошо – ведь уровень 50–100 км слишком высок для самолетов, аэростатов и стратостатов и слишком низок для спутников.

Любительские записи наблюдений, фотографии и видеозаписи движения серебристых облаков могут быть очень ценными для науки.

Рекомендации по наблюдению серебристых облаков можно найти тут: <http://meteoweb.ru/astro/nc.php>.

Гало, паргелии, столбы

Когда свет Солнца, Луны, иногда яркого фонаря или другого источника света проходит сквозь мелкие капельки воды или ледяные кристаллики, висящие в атмосфере, и преломляется в них, мы можем наблюдать разнообразные атмосферные явления. Самое известное из них – это радуга, часто видимая на фоне надвигающегося или удаляющегося дождевого облака. Гало – это «родственник» радуги, светящиеся кольца и световые столбы возле источников света. Колец и столбов может наблюдаться несколько одновременно, и они образуют сложные системы. Во многих случаях наблюдаются так называемые ложные солнца, или паргелии – яркие пятна света на кольцах гало – иногда радужные, иногда почти белые – расположенные на той же высоте, что и Солнце, справа или слева от него. Их также может быть несколько. Иногда они бывают такими яркими, что и впрямь похожи на второе Солнце. Чаще всего гало наблюдается зимой, в морозную погоду, но бывает и в другие времена года.



Гало с двумя паргелиями

Гало – причина многих сообщений в древних хрониках и летописях о «знамениях в небе». В наше время это эффектное явление тоже привлекает к себе внимание. Тем более, что наблюдать его можно везде – в том числе и в больших мегаполисах. Можно получить интересные фотографии, правда, при съемке гало возле Солнца нужно позаботиться о том, что бы его лучи не сожгли матрицу.

Рекомендации по наблюдению серебристых облаков можно найти тут: <http://meteoweb.ru/astro/nc.php>.

15. Двойные и кратные звезды, звездные скопления

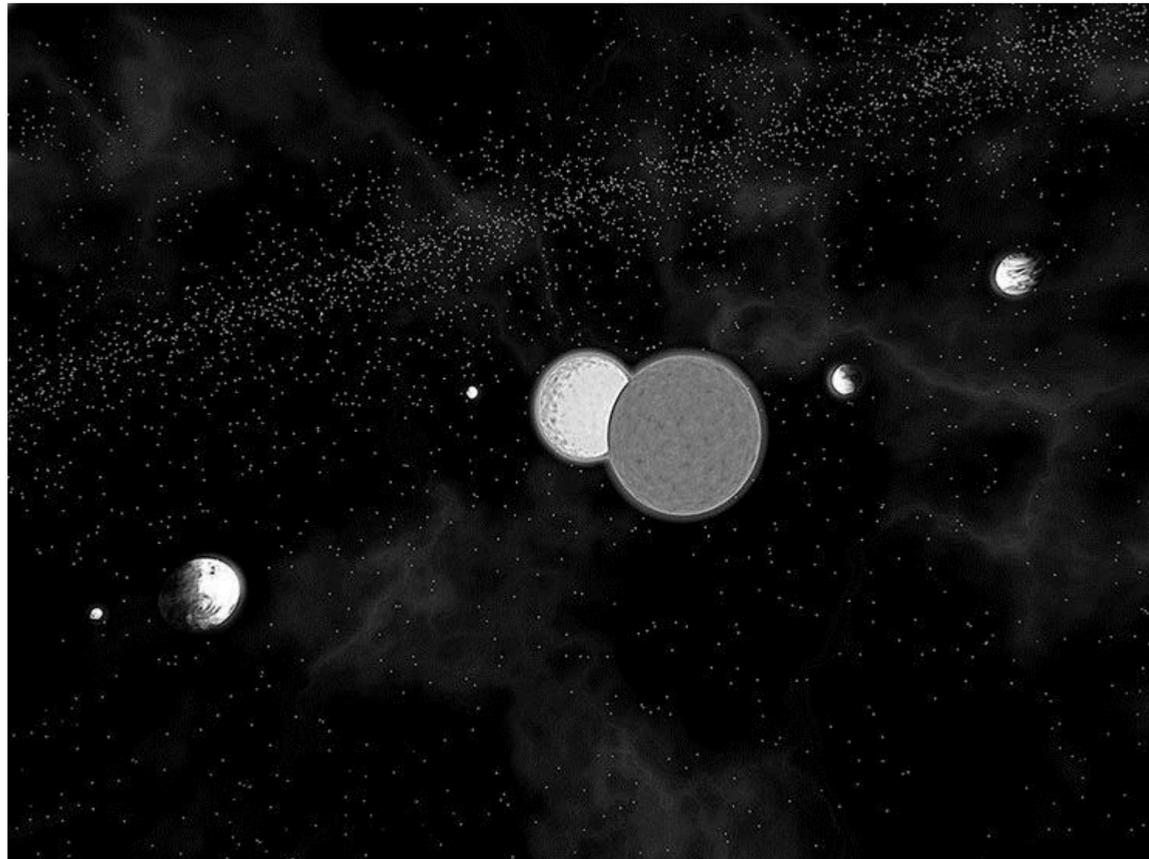
Невооруженному глазу доступны лишь очень немногие объекты, лежащие за пределами Солнечной системы. Темной ночью на всем небе, включая его северное и южное полушария, мы различаем около 6000 звезд – это ничтожно по сравнению с 200–400 миллиардами звезд, которые образуют нашу Галактику. Древние астрономы обратили внимание на звездные скопления Гиады и Плеяды, которые видны в виде тесных «кучек» звезд, еще некоторые из скоплений доступны простому глазу в виде туманных пятнышек. Невооруженным глазом видны и некоторые двойные звезды – например, Мицар и Алькор в Ковше Большой Медведицы, Эпсилон Лиры.

Но по-настоящему удивительный мир нашей Галактики открывается только владельцу телескопа или хотя бы бинокля. Туманная полоса Млечного Пути распадается на бесчисленное количество звезд. Невидимые простому глазу компаньоны обнаруживаются у очень многих звезд. Множество туманных пятнышек видно уже в бинокль, а при большем увеличении они превращаются в тесные группы звезд. Некоторые из них так и остаются туманными пятнышками – потому что состоят не из звезд, а из гигантских облаков газа и пыли...

Рассмотрим основные типы объектов нашей Галактики, доступных для любительских наблюдений.

Двойные и кратные звезды

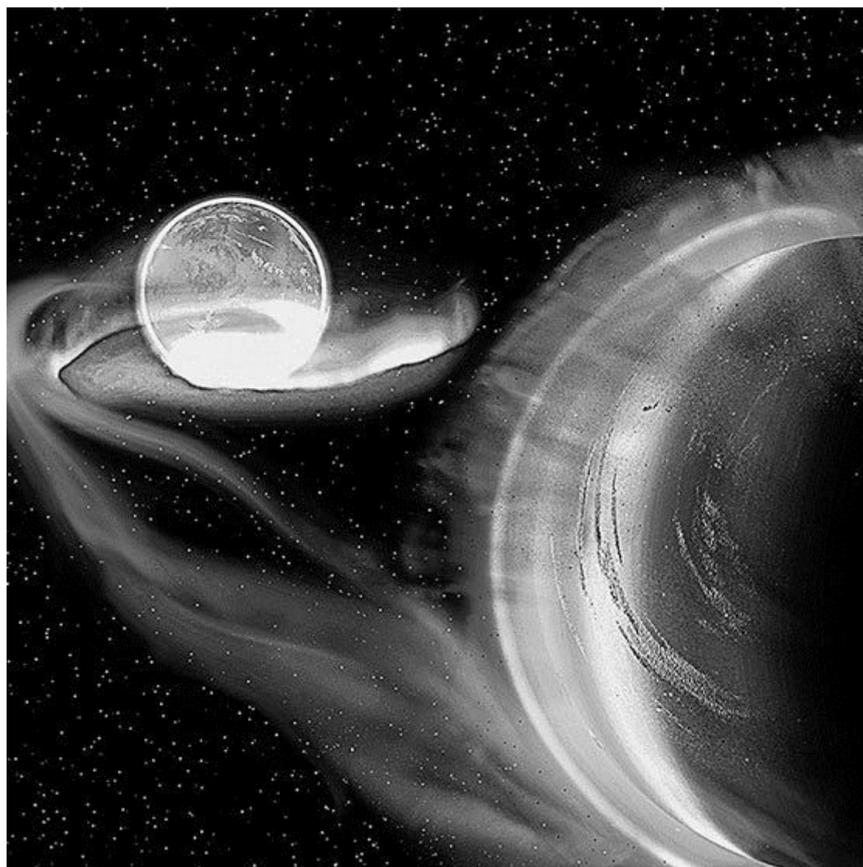
Уже достоверно известно, что большинство звезд нашей Галактики обитают в двойных и кратных системах, а одиночные звезды, типа нашего Солнца, – являются скорее исключением. Многие звездные пары можно «разделить» на отдельные компоненты уже в бинокль, некоторые – невооруженным глазом при хорошем зрении, а для телескопа их доступно великое множество. Существуют и спектрально-двойные звезды, которые невозможно разделить ни в один телескоп, но их двойственность определяется по смещению линий в спектре. Наконец, существуют и кратные системы, которые могут состоять из трех, четырех и более звезд! На поверку многие компоненты двойных и кратных систем сами оказываются двойными. Такова звезда Эпсилон Лиры, видимая невооруженным глазом как двойная. В телескоп каждая из звезд разделяется еще на две звезды, т. е. всего в системе насчитывается четыре компонента. Многим известна звездная пара Мицар и Алькор в созвездии Большая Медведица. Уже в небольшой телескоп яркая звезда из этой пары – Мицар – сама видна как двойная. А спектральный анализ показывает, что и оба компонента Мицара – тесные пары звезд! Более того, Алькор тоже оказался двойной звездой, и вся система стала уже шестикратной!



Кратные системы звезд – распространенное явление во Вселенной.

Еще один пример шестикратной системы – альфа Близнецов, звезда Кастор. В телескоп она тоже видна как тройная, и каждый из компонентов, в свою очередь, – спектрально-двойная звезда.

Наблюдать двойные звезды любительскими средствами интересно по нескольким причинам. У многих из них компоненты заметно отличаются по цвету и яркости, и при наблюдении в телескоп они показывают интересные цветовые эффекты. Например, контраст красной и голубой звезды может смотреться очень впечатляюще. Иногда желтая или голубоватая звезда может казаться зеленой из-за свойств нашего зрения...



Компоненты тесной звездной пары обмениваются веществом

Кроме того, двойные звезды – это хороший тест разрешающей способности телескопа, а также – одни из немногих объектов, которые доступны для наблюдения даже в условиях мегаполиса.

Следует, правда, отметить, что наряду с истинными двойными звездами есть немало так называемых оптических двойных – когда две звезды случайно видны на небе рядом, а в действительности отделены друг от друга сотнями световых лет. Но на эстетическом удовольствии от наблюдения это обстоятельство никак не сказывается.

Некоторые яркие двойные и кратные звезды, доступные невооруженному глазу или биноклю

Обозначения:	
Звезда	— двойная звезда или пара звёзд;
m	— общая звёздная величина;
mA	— звёздная величина компонента A;
mB	— звёздная величина компонента B;
ρ	— угловое расстояние между компонентами в секундах дуги;

Звезда	m	mA	mB	ρ	Примечания
π Андромеды		4.36 ^m	8.62 ^m	35.8"	
ζ — 80 Большой Медведицы	—	2.17 ^m	4.02 ^m	708"	Мицар и Алькор. Пара известна с древности. Телескоп показывает яркую звезду пары как двойную, в действительности все три звезды являются спектрально-двойными: таким образом перед нами система из шести звезд.
α Весов	—	2.9 ^m	5.33 ^m	231"	
ι Волопаса	4.74 ^m	4.78 ^m	8.3 ^m	38"	
μ Волопаса	4.33 ^m	4.47 ^m	6.67 ^m	109"	Более слабая звезда сама является двойной (с расстоянием 2,2")
δ Ворона	3.1 ^m	3.11 ^m	8.4 ^m	24"	

Звезда	m	mA	mB	ρ	Примечания
κ Геркулеса		5.0^m	6.25^m	$30''$	
ρ — HD 147888 Змееносца					
HD 147932 Змееносца		4.57^m	6.75^m 7.27^m	$157''$ $150''$	Система из нескольких звезд, включает в себя туманность
β Змеи	3.74^m	3.74^m	6.7^m 9.0^m	$420''$ $31''$	Система из трех звезд
θ Змеи	4.1^m	4.62^m	4.98^m	$23''$	
ν Змеи	4.32^m	4.32^m	9.0^m	$46''$	
α — 93 Кита	—	2.54^m	5.62^m	$951''$	Оптическая пара
α Козерога	—	3.77^m	4.53^m	$380''$	Оптическая пара, один из членов которой - звезда $\alpha 1$ Козерога – физическая двойная.
α^1 Козерога	4.53^m	4.55^m	9.0^m	$46''$	

Звезда	m	mA	mB	ρ	Примечания
β Козерога	—	3.25^m	6.3^m	$205''$	
ξ Кормы		3.34^m	5.33^m	$289''$	
β Лебеда	3.1^m	3.24^m	5.36^m	$35''$	Очень красивая двойная звезда, популярная у астрономов-любителей
σ^1 — 30 Лебеда					
HD 147932 Лебеда		3.8^m	4.8^m 7.01^m	$337''$ $108''$	
δ^1 Лебеда	5.12^m	5.54^m	6.35^m	$27''$	
α — 8 Лисички		4.44^m	5.81^m	$423''$	
α Льва	1.36^m	1.36^m	7.6^m	$177''$	
ζ — 35 Льва	—	3.44^m	5.97^m	$183''$	
τ Льва		4.95^m	8.0^m	$91''$	

Звезда	m	mA	mB	ρ	Примечания
β Лиры	3.3 — 4.2 ^m	3.3 — 4.2 ^m	7.8 ^m	47"	
δ Лиры	4.2 — 4.5 ^m	4.6 — 5.0 ^m	5.51 ^m	619"	
ε Лиры	3.83 ^m	4.5 ^m	4.68 ^m	508"	Каждый из членов пары сам является двойной звездой, делимой в инструменты с большими увеличениями
ζ Лиры	4.06 ^m	4.29 ^m	5.87 ^m	44"	
α — 8 Лисички		4.44 ^m	5.82 ^m	423"	Оптическая пара
γ — 11 Малой Медведицы		3.0 ^m	5.02 ^m	1019"	Оптическая пара
δ Ориона	2.25 ^m	2.25 ^m	7.0 ^m	52"	
θ Ориона	4.0 ^m	5.0 ^m	4.98 ^m	135"	«Трапеция Ориона», система из нескольких звезд
θ^1 Ориона	5.0 ^m	7.0 ^m	7.0 ^m 6.5 ^m	22" 52"	Член «трапеции Ориона»

Звезда	m	mA	mB	ρ	Примечания
θ ² Ориона	4.98 ^m	4.98 ^m	7.5 ^m	128"	Член «трапеции Ориона»
σ — HD 37479 Ориона	3.6 ^m	3.77 ^m	6.81 ^m	43"	
ε Пегаса		2.38 ^m	8.9 ^m	145"	
ι Рака		4.02 ^m	6.57 ^m	30"	
ν Скорпиона	4.0 ^m	4.3 ^m	6.5 ^m	43"	
22 Скорпиона		4.79 ^m	7.34 ^m	215"	
θ Тельца	2.55 ^m	3.62 ^m	4.04 ^m	337"	
κ Тельца	4.01 ^m	4.36 ^m	5.42 ^m	340"	
σ Тельца	4.24 ^m	4.85 ^m	5.15 ^m	435"	
10 — Тельца		4.28 ^m	5.71 ^m	360"	

Звездные скопления

Более крупные звездные «объединения», насчитывающие примерно от десяти до сотен тысяч и миллионов звезд, называются звездными скоплениями. Звезды в таких группах всегда гравитационно связаны между собой и имеют общее происхождение.

Звездные скопления делятся на два основных типа: рассеянные и шаровые.

Рассеянные скопления

Самый известный их представитель – это знаменитые Плеяды в созвездии Тельца. Тесная кучка звезд прекрасно видна невооруженным глазом. Зоркий глаз видит в ней от 6 до 9 звезд, а в телескоп их насчитывается до тысячи. Максимальное же число звезд в рассеянных скоплениях может достигать нескольких тысяч.

Эти звездные коллективы представляют собой чаще всего молодые звезды, лишь недавно (по космическим меркам) образовавшиеся из общего газово-пылевого облака и часто погруженные в него. Гравитационные силы удерживают их вместе не очень сильно, и, как правило, через несколько миллионов лет такие скопления распадаются. Поэтому большинство звезд в рассеянных скоплениях – это молодые звезды, среди которых много горячих голубых.



Рассеянное скопление M45 (Плеяды)

Кроме Плеяд, невооруженным глазом видны Гиады. Это скопление – самое близкое к нам, и поэтому оно не кажется тесной группой. Его звезды образуют часть созвездия Телец.

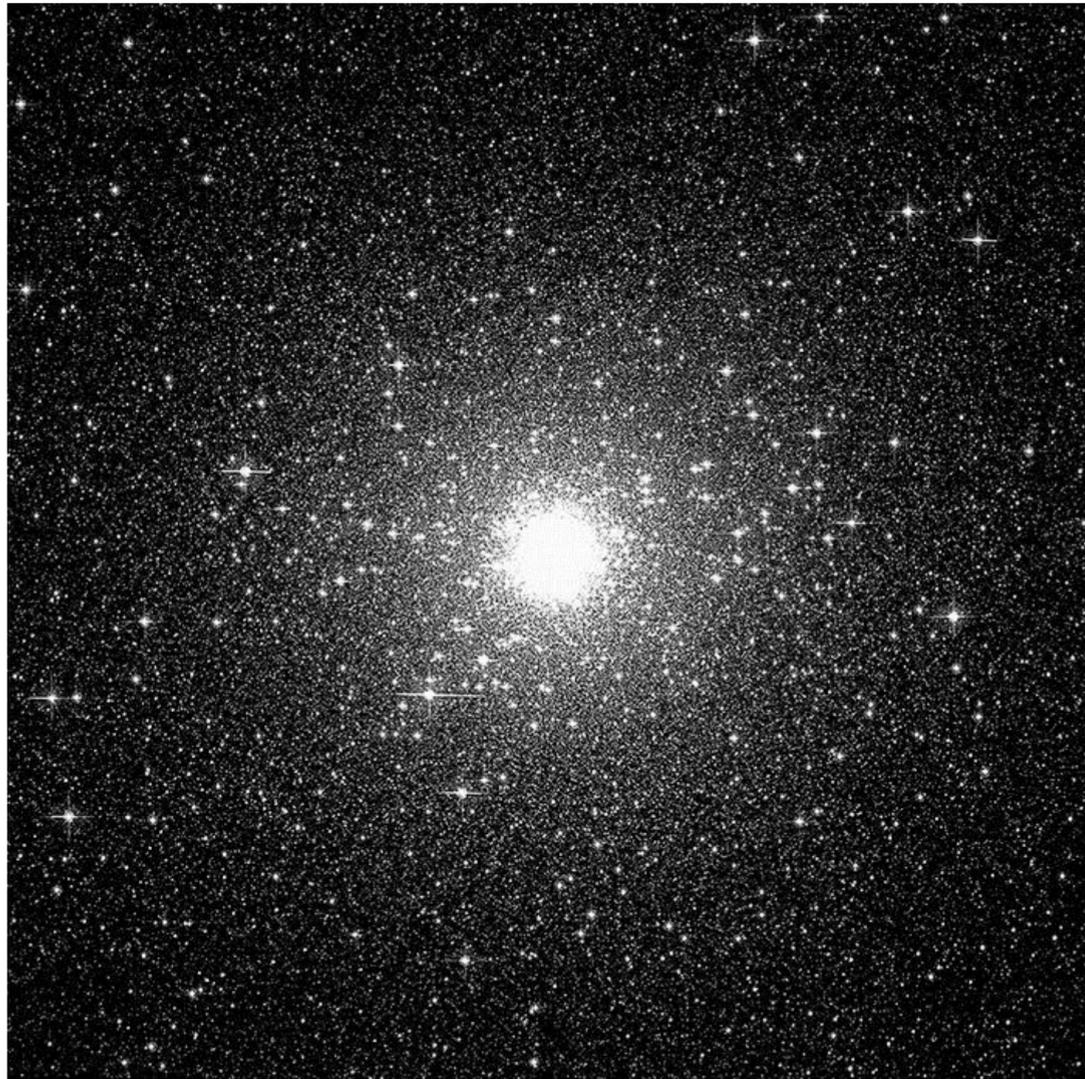
Как едва заметные туманные пятнышки невооруженным глазом видны скопление Ясли (M44) в созвездии Рак, Двойное скопление в Персее и еще несколько объектов. Но в бинокли и телескопы для любителя астрономии открывается потрясающее разнообразие рассеянных скоплений. Больше всего их в полосе Млечного Пути, а значит, благоприятное время для их наблюдений – это лето и зима, когда он виден высоко над горизонтом.

Номер в каталоге Мессье	Номер в каталоге NGC	Угловой размер	Протяжённость (св. лет)	Расстояние (св. лет)	Созвездие	блеск m	Число членов	Возраст (млн лет)
М 6	NGC 6405	20'	10	1590	Скорпион	4,3	64	80–100
М 7	NGC 6475	80'	23	980	Скорпион	3,3	750	220
М 8	NGC 6523	7'	9	4310	Стрелец	6,0	130+	2,3
М 11	NGC 6705	13'	23	6120	Щит	7,0	2900	250
М 16	NGC 6611	21'	35	5600	Змея	6,5	376	2–6
М 17	NGC 6618	5'	10	5910	Стрелец	7,0	2200	1
М 18	NGC 6613	5'	6	4220	Стрелец	8,0	40	50
М 20	NGC 6514	20'	15	2660	Стрелец	5,0	120+	0,3–0,4
М 21	NGC 6531	18'	20	3930	Стрелец	7,0	106	4–8
М 23	NGC 6494	35'	20	2050	Стрелец	6,0	177	300
М 25	IC 4725	30'	17	2020	Стрелец	4,9	220	100
М 26	NGC 6694	10'	10	3740	Щит	9,5	229	4–6
М 29	NGC 6913	8'	12	5160	Лебедь	9,0	69	90
М 34	NGC 1039	35'	17	1630	Персей	6,0	94	225
М 35	NGC 2168	28'	22	2710	Близнецы	5,5	2700	150
М 36	NGC 1960	12'	15	4300	Возничий	6,5	178	20–40
М 37	NGC 2099	25'	33	4510	Возничий	6,0	2000	500
М 38	NGC 1912	15'	15	3480	Возничий	7,0	?	150–250
М 39	NGC 7092	30'	9	1010	Лебедь	5,5	60	240–480
М 41	NGC 2287	40'	26	2260	Большой Пёс	5,0	70	190
М 42	NGC 1976	3'	4	1300	Орион	5,0	300+	0,1
М 44	NGC 2632	1,2°	15	610	Рак	4,0	1000	500–700
М 45	NGC 1435	2°	15	425	Телец	4,0	332	100
М 46	NGC 2437	20'	26	4480	Корма	6,5	500	500
М 47	NGC 2422	30'	14	1600	Корма	4,5	117	30–100
М 48	NGC 2548	30'	22	2510	Гидра	5,5	165	300
М 50	NGC 2323	15'	13	2870	Единорог	7,0	2050	100
М 52	NGC 7654	16'	22	4630	Кассиопея	8,0	6000	25–165
М 67	NGC 2682	25'	21	2960	Рак	7,5	500	3700
М 93	NGC 2447	24'	23	3380	Корма	6,5	?	400
М 103	NGC 581	6'	17	7150	Кассиопея	7,0	77	16–25

Шаровые скопления

В отличие от рассеянных скоплений, шаровые звездные скопления – одни из самых старых объектов Галактики. Их возраст может достигать 10–11 млрд лет. Они состоят из старых звезд, среди которых много красных гигантов. В отличие от рассеянных скоплений, эти системы звезд значительно более стабильны и не распадаются полностью в течение миллиардов лет, хотя некоторые звезды в результате взаимных гравитационных взаимодействий изредка покидают их.

Некоторые из шаровых скоплений видны невооруженным глазом как туманные пятнышки. Самые яркие из них – 47 Тукана и Омега Кентавра – имеют 4 звездную величину. К сожалению, наблюдать их можно лишь в Южном полушарии. На северном небе самое удобное для наблюдений шаровое скопление – это М13 в Геркулесе. На темном небе с хорошим зрением это туманное пятнышко можно обнаружить без оптического прибора. Уже 15-кратное увеличение покажет туманный шарик с заметным уплотнением к центру. А начиная с увеличения 80 крат (при апертуре больше 60 мм) становятся различимыми отдельные звезды в скоплении. В 200-мм телескоп при 150–200 крат скопление разрешается на звезды до самого центра. Телескоп с такой апертурой будет наиболее оптимальным инструментом и для других шаровых скоплений.



Шаровое скопление M54. Снимок космического телескопа «Хаббл»

Наиболее благоприятное время года для наблюдения этих объектов – лето, когда над горизонтом поднимаются созвездия Змееносец, Геркулес, Змея, Стрелец и Скорпион, в которых много красивых и ярких скоплений. Весной есть интересные «шаровики» в созвездиях Гончие Псы, Волосы Вероники и Волопас. Осенью доступны шаровые скопления в Пегасе и Водолее. А вот зимой лучше заняться другими объектами, поскольку зимние созвездия почти полностью лишены этих древних образований.

Номер Мессье	Номер NGC	Угловой размер	Диаметр (св. лет)	Расстояние (св. лет)	Созвездие	Масса ($10^3 M$)	m
M 2	NGC 7089	16'	190	40 850	Водолей	900	6,3
M 3	NGC 5272	19'	190	34 170	Гончие Псы	800	7,0
M 4	NGC 6121	35'	57	5640	Скорпион	100	5,6
M 5	NGC 5904	20'	150	26 620	Змея	800	5,6
M 9	NGC 6333	11'	150	46 090	Змееносец	300	7,7
M 10	NGC 6254	19'	140	24 750	Змееносец	200	6,7
M 12	NGC 6218	14'	85	20 760	Змееносец	250	8,0
M 13	NGC 6205	21'	160	25 890	Геркулес	600	7,0
M 14	NGC 6402	11'	180	55 620	Змееносец	1200	9,5
M 15	NGC 7078	18'	200	39 010	Пегас	450	7,5
M 19	NGC 6273	14'	180	45 000	Змееносец	1500	8,5
M 22	NGC 6656	33'	100	10 440	Стрелец	500	6,5
M 28	NGC 6626	10'	100	34 480	Стрелец	500	8,5
M 30	NGC 7099	12'	100	29 460	Козерог	300	8,5
M 53	NGC 5024	13'	230	61 270	Волосы Вероники	750	8,5
M 54	NGC 6715	12'	300	84 650	Стрелец	1500	8,5
M 55	NGC 6809	19'	110	19 300	Стрелец	250	7,0
M 56	NGC 6779	7'	55	27 390	Лиры	200	9,5
M 62	NGC 6266	11'	110	34 930	Змееносец	1000	8,0
M 68	NGC 4590	11'	120	36 580	Гидра	?	9,0
M 69	NGC 6637	10'	110	36 920	Стрелец	300	9,0
M 70	NGC 6681	8'	80	34 770	Стрелец	200	9,0
M 71	NGC 6838	7'	40	18 330	Стрела	40	8,5
M 72	NGC 6981	6'	100	58 510	Водолей	200	10,0
M 75	NGC 6864	7'	160	77 840	Стрелец	500	9,5
M 79	NGC 1904	6'	80	45 000	Заяц	400	8,5
M 80	NGC 6093	9'	125	48 260	Скорпион	400	7,3
M 92	NGC 6341	14'	110	27 140	Геркулес	400	7,5
M 107	NGC 6171	13'	105	27 370	Змееносец	200	10,0

16. Туманности

Кроме звезд и планет, на небе есть множество объектов, имеющих вид туманных пятен. Первоначально все они назывались одним словом – туманности. Впоследствии, с появлением более совершенных телескопов, многие из этих туманных пятен разрешились на звезды и оказались шаровыми и рассеянными звездными скоплениями. Некоторые туманности оказались далекими галактиками, например, галактика M 31 в Андромеде до сих пор иногда неофициально называется «Туманность Андромеды». Но часть объектов сохранила и «законное» название «туманность». Это гигантские межзвездные облака, состоящие из пыли, газа и плазмы. Рассмотрим разные типы туманностей.

Темные туманности

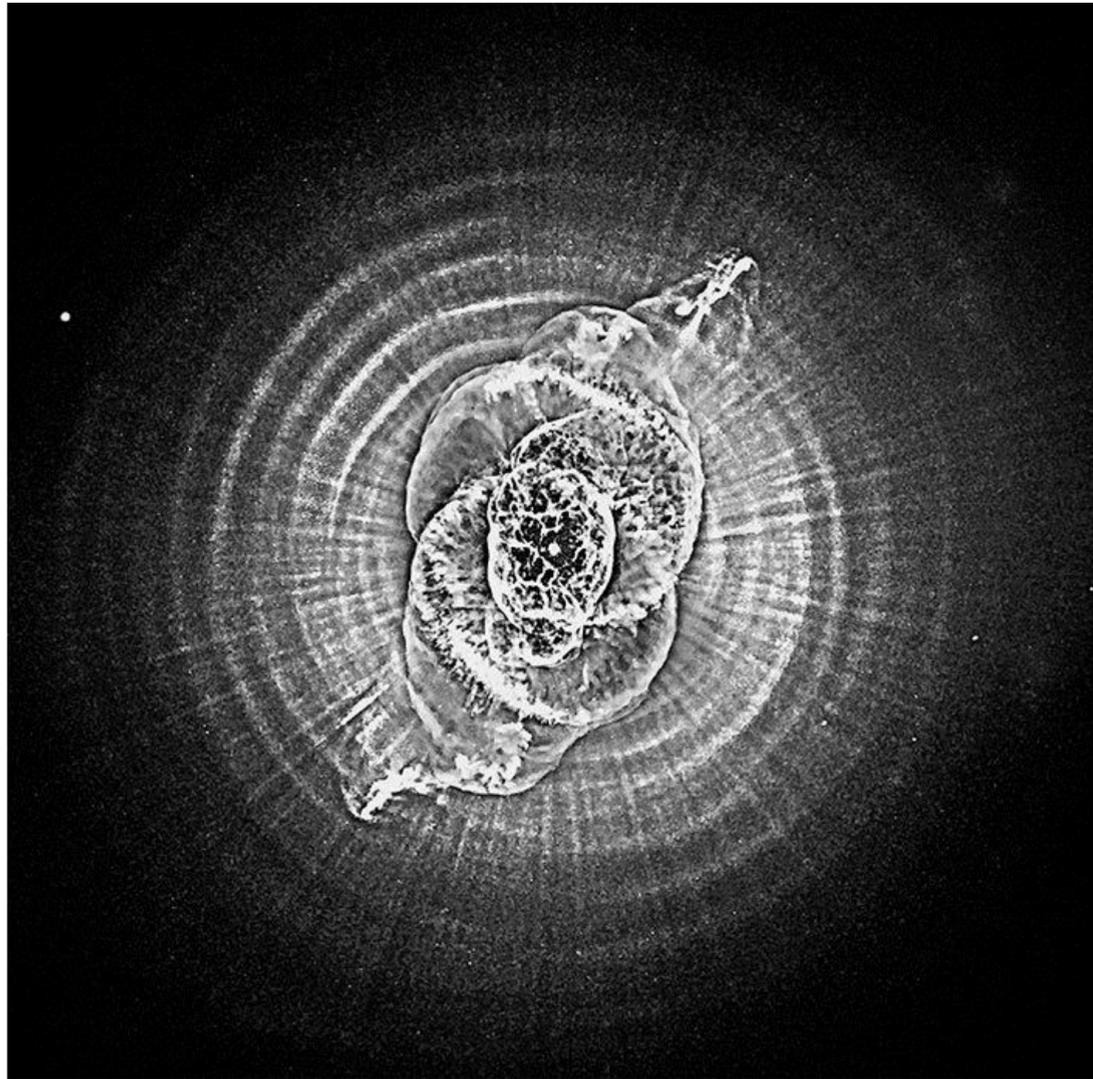
Это плотные облака межзвездного газа и пыли, поглощающие свет от расположенных за ними светлых туманностей или звезд Млечного Пути. Невооруженным глазом видна темная туманность Угольный Мешок, расположенная в созвездии Южный Крест. Она выглядит как «провал» на фоне Млечного Пути. Этот объект недоступен для наблюдений на большей части Северного полушария, но нужно знать, что темный промежуток, разделяющий Млечный Путь на два «рукава» в созвездии Лебедя, – тоже образован межзвездной пылью, которая заслоняет от нас далекие звезды.



Пылевая туманность Конская голова (IC 434) в инфракрасных лучах. Снимок космического телескопа "Хаббл"



Эмиссионная туманность Ориона



Планетарная туманность «Кошачий Глаз» (NGC 6543)

Известная темная туманность – Конская Голова в созвездии Орион. Множество темных туманностей видны на фоне светлых туманностей, или звезд Млечного Пути. В Южном полушарии хорошо заметна невооруженным глазом уже упомянутая туманность Угольный Мешок, а жители более северных районов могут увидеть невооруженным глазом и в бинокль туманность Курительная Трубка в созвездии Змееносец.

Отражательные туманности

Их название говорит само за себя. Основным источником их свечения служит отражение и рассеивание света звезды (или звезд) межзвездной пылью. Самый известный пример такой туманности – голубоватая дымка, окутывающая звездное скопление Плеяды. Отражательные туманности довольно трудны для визуального наблюдения в телескоп и лучше всего проявляются на фотографиях с длительными экспозициями.

Туманности, ионизованные излучением звезд (эмиссионные)

В отличие от отражательных туманностей, эти газопылевые облака испускают собственное излучение, вызванное их ионизацией от близлежащих звезд. Чаще всего – молодых горячих голубых гигантов. Чаще всего эмиссионные туманности расположены в областях звездообразования. Звезды, возбуждающие их свечение своим ультрафиолетовым излучением, сами совсем недавно (по космическим меркам) родились из вещества этих туманностей. Они не только ионизируют газ, но и «расталкивают» его вокруг себя, по образному выражению, «освобождаясь от пеленок». Наиболее часто в них светится красновато-розовым цветом ионизированный водород. Следует, правда, заметить, что яркие цвета туманностей, знакомые нам по фотографиям, видны лишь на этих снимках, подвергшихся специфической обработке – длительными экспозициями, разнообразными фильтрами, компьютерному усилению цветовых оттенков... Глазом же, в телескоп, у многих туманностей заметна форма, интересные детали, порой сложная структура – но цвет их кажется серовато-белесым, потому что наш глаз не способен воспринимать оттенки при слабом ночном освещении.



Эмиссионная туманность NGC 2174. Снимок космического телескопа «Хаббл».

Самая известная из таких туманностей – Большая туманность Ориона (M 42). На темном небе она хорошо различима даже невооруженным глазом, и много интересных деталей в ней видно даже в небольшие инструменты. Правда, и в случае с эмиссионными туманностями больше повезло Южному полушарию: самая яркая из них – Туманность Киля, или NGC 3372, видна именно там.

Планетарные туманности

Состоят из ионизированной газовой оболочки и центральной звезды – белого карлика. Название этому типу туманностей дал Вильям Гершель, посчитав, что они похожи по внешнему виду на диски планет. Действительно, планетарные туманности часто имеют округлую форму с довольно четкими краями. Однако впоследствии обнаружилось много объектов такого типа, совсем не похожих на диск; сейчас считается, что правильную округлую форму имеет лишь пятая часть планетарных туманностей. Остальные могут иметь весьма разнообразные формы – форму кольца или симметрично вытянутые (так называемые биполярные туманности). Внутри них заметна тонкая структура в виде струй, спиралей. Общее у всех планетарных туманностей – происхождение. Все они являются сброшенными оболочками звезд на поздней стадии их эволюции, обычно это красные гиганты и сверхгиганты. Оголенное ядро звезды становится белым карликом. Планетарные туманности «живут» недолго по звездным меркам – всего десятки тысяч лет. Они быстро расширяются и в итоге рассеиваются в пространстве. Такая судьба, согласно расчетам, ожидает в будущем и наше Солнце.

Некоторые эмиссионные туманности, наблюдаемые в Северном полушарии						
Номер в каталоге Мессье	Номер в каталоге NGC	Имя	Расстояние (св. лет)	Созвездие	m	Открыта
M 17	NGC 6618	Туманность Омега	5910	Стрелец	7,0	Жан Филипп де Шезо, 1745
M 20	NGC 6514	Тройная туманность	2660	Стрелец	5,0	Шарль Мессье, 1764
M 42	NGC 1976	Туманность Ориона	1300	Орион	4,0	
M 43	NGC 1982		1600	Орион	7,0	де Меран, до 1731
M 8	NGC 6523	Туманность Лагуна	4310	Стрелец	6,0	Гильом ле Жан-тиль, 1747

Самые яркие на земном небе планетарные туманности – это Улитка (NGC 7293) в созвездии Водолея и Гантель (M27) в созвездии Лисички. Их можно найти уже в бинокль, хотя детали их лучше изучать в телескоп с большой апертурой.

Туманности, созданные ударными волнами

Многие туманности созданы ударными волнами, приводящими к движению межзвездного вещества со сверхзвуковыми скоростями. Выбрасываемое вещество имеет скорости порядка сотен и тысяч км/с, поэтому температура газа за фронтом ударной волны может достигать многих миллионов градусов.

Некоторые планетарные туманности					
Наименование	Год открытия	Расстояние (тыс. св. лет)	Видимая звёздная ве- личина	Видимые размеры	Созвездие
NGC 6210	1825	4,7	8,8	21"	Геркулес
NGC 7662 Го- лубой снежок	1784	5,0	9,16	58"	Андромеда
NGC 6826 Мерцающая	1793	2,2	9,8	45"	Лебедь
NGC 6853 Ган- тель, М 27	1764	1,36	7,5	8,0' × 5,6'	Лисичка
NGC 6720 Кольцо, М 57	1779	2,3	8,8	230" или 3,83'	Лиры
NGC 2392 Эскимос	1787	3,0	9,9	1,4'	Близнецы
NGC 6543 Ко- шачий глаз	1786	3,3±0,9	9,8	20"	Дракон
NGC 650/651, М 76	1780	2,5–3,4	10,1	2,7' × 1,8'	Персей
NGC 3587 (Сова), М 97	1781	2,6	9,9	3,4' × 3,3'	Большая Медведица
NGC 3242 Призрак Юпи- тера	1785	1,4	8,58	23"	Гидра
NGC 2438	1786	2,9 (прибли- зительно)	10,8	1,27'	Корма
NGC 7009 Са- турн	1782	1,4	8,3	58"	Водолей
NGC 7293 Улитка	1824	0,45	6,5	34'	Водолей
IC 418 — Спи- рограф	1888–1894	1,3 (прибли- зительно)	9,6	14" × 11"	Заяц
NGC 6818 Ма- ленькая жем- чужина	1787	6,0	8,0	39"	Стрелец
NGC 1535	1785	2,0	9,58	36"	Эридан

Основными источниками ударных волн во Вселенной служат явления, известные как вспышки новых и сверхновых, при которых звезда сбрасывает свою оболочку, а также звезды с сильнейшим звездным ветром, то есть мощным истечением вещества из недр. Во всех этих случаях ударная волна распространяется вокруг точечного источника выброса – звезды, а расширяющаяся туманность имеет форму, близкую к сферической. Как правило, такие туманности весьма недолговечны и прекращают свое существование, когда кинетическая энергия движущегося газа сходит на нет.

Самые мощные ударные волны образуются при взрыве сверхновой. Это заключительная стадия эволюции массивных звезд. Пока идут термоядерные реакции, их энергия не дает веществу звезды сжаться, но, когда звезда, исчерпав своё топливо, прекращает производство термоядерной энергии, происходит коллапс звезды под действием силы собственной гравитации – она «схлопывается внутрь себя» и превращается в нейтронную звезду или чёрную дыру.

Сверхновой может стать и белый карлик – сверхплотное ядро менее массивной звезды, когда-то тоже сбросившей свою оболочку. Если он находится в двойной системе, его мощная гравитация может «перетягивать» к нему вещество звезды-компаньона (это явление называется аккрецией), в результате чего он достигает критической массы и становится сверхновой в термоядерной вспышке.

Самая известная туманность – остаток Сверхновой – это Крабовидная туманность (M1) в созвездии Тельца. Она молода – вспышку наблюдали в Древнем Китае в 1054 году. Туманность имеет блеск 8 величины и доступна любительским инструментам.

Любителям астрономии хорошо известна также Туманность Вуаль (другие названия – Петля или Рыбачья Сеть) – огромный и относительно тусклый остаток сверхновой в созвездии Лебедя. Звезда взорвалась примерно 5000–8000 лет назад, и за это время туманность покрыла на небе область в 3 градуса. Расстояние до неё оценивается в 1400 световых лет. Эта туманность была открыта 5 сентября 1784 года Уильямом Гершелем. Туманность настолько велика, что её части считаются отдельными туманностями и имеют собственные названия. Визуально её наблюдать трудно, но на фотографиях можно добиться очень эффектного зрелища.

От сверхновой нужно отличать вспышку новой звезды. Вообще, названия этих астрономических явлений довольно архаичны и по сути не корректны, потому что на самом деле это не рождение нового светила, а скорее наоборот – одна из стадий «умирания» звезды. Но тысячи лет люди видели вспышки таких звезд именно как «новые», появившиеся из «ниоткуда» светила. В «никуда» же они и исчезали – через несколько дней, недель или месяцев... Это тесные двойные звезды, в которых один компаньон – обычная звезда, а другой – белый карлик, то есть фактически – мертвое ядро звезды, сбросившее верхнюю оболочку, чрезвычайно плотное (при массе порядка солнечной диаметр его не больше Земли). Термоядерные реакции, происходящие в обычных звездах, в нем уже не идут. Но с близкой звезды-компаньона к нему перетекает часть ее вещества (выше уже было сказано, что такой процесс называется аккрецией). Когда накопленное вещество достигает критической массы, в недрах белого карлика запускаются термоядерные реакции, происходит взрыв, и накопленная газовая оболочка сбрасывается, уносясь в космическое пространство. Обе звезды, тем не менее, остаются целы, и процесс аккреции после взрыва начинается снова. Таким образом, одна и та же звезда может много раз вспыхивать как новая, вопрос только в периодичности. Чем меньше мощность вспышки, тем меньше период. Классические новые, увеличивающие свой блеск в среднем на 12 звездных величин, должны иметь периоды порядка тысячи лет.

Ударные волны, а следовательно, и туманности, возникающие при вспышке новых звезд, значительно слабее и живут более короткое время, чем остатки вспышек сверхновых.

Ударные волны возникают и у звезд с мощным звездным ветром, и в областях звездообразования. Во многих известных крупных туманностях (например, в туманности Ориона) к образованию различных их частей «приложили руку» разные процессы.

Наиболее известные остатки сверхновых				
Сверхновая	Время, когда свет сверхновой достиг Земли	Видимый блеск сверхновой	Расстояние (св. лет)	Остаток
Сверхновая в Парусах	11–9 тысячелетие до н. э.	?	800	Остаток сверхновой Парусов
Туманность Вуаль («Петля», «Рыбачья сеть») в Лебеде	6–3 тысячелетие до н. э.	?	?	NGC 6960/6992/6995
1E161348-5055	I век	?	10 000	RCW 103
SN 185	7 декабря 185 года	–8?	3000	Возможно, RCW 86
G11,2-0,3	386 год	?	16 000	G11,2-0,3
SN 1006	1 мая 1006 года	–7,5	7200	SNR 1006
SN 1054	1054 год	–6	6300	Крабовидная туманность
SN 1181	1181 год	–1	?	Возможно, 3C58

Наиболее известные остатки сверхновых				
Сверхновая	Время, когда свет сверхновой достиг Земли	Видимый блеск сверхновой	Расстояние (св. лет)	Остаток
SN 1572	11 ноября 1572 года	−4	7500	Остаток сверхновой Тихо
SN 1604	8 октября 1604 года	−2,5	20 000	Остаток сверхновой Кеплера
Кассиопея А	Середина XVII века	+6	10 000	Остаток сверхновой Кассиопея А
G1,9+0,3	около 1868 года	?	около 25 000	Остаток сверхновой G1,9+0.3
SN 1885A	20 августа 1885 года	+6	2 500 000	SNR 1885A – в галактике М 31
SN 1987A	24 февраля 1987 года	+3	168 000	1987A - в Большом Магеллановом Облаке

17. Переменные звезды, новые и сверхновые

Если говорить строго, то блеск каждой звезды со временем претерпевает изменения. Даже наше Солнце в течение своего 11-летнего цикла активности немного изменяет количество излучаемой им энергии, которое можно оценить как изменение его яркости – примерно на 0,001 звездной величины.

Однако есть звезды, регулярно (или не очень) меняющие свой блеск в более ощутимых пределах. Для того чтобы звезду отнесли в разряд переменных звезд, достаточно единичного подтвержденного и надежно зафиксированного эпизода падения блеска.

Причин звездной переменности очень много. Это и физические процессы на звезде, и затмения ее другим компонентом тесной звездной пары, и явления, связанные с перетеканием вещества с одной звезды на другую в таких парах, и катастрофические процессы, такие как взрыв сверхновой.

Не надо путать переменность звезды с ее мерцанием, которое возникает из-за того что свет звезды проходит через неоднородности в земной атмосфере. В открытом космосе, в условиях вакуума, звезды не мерцают.

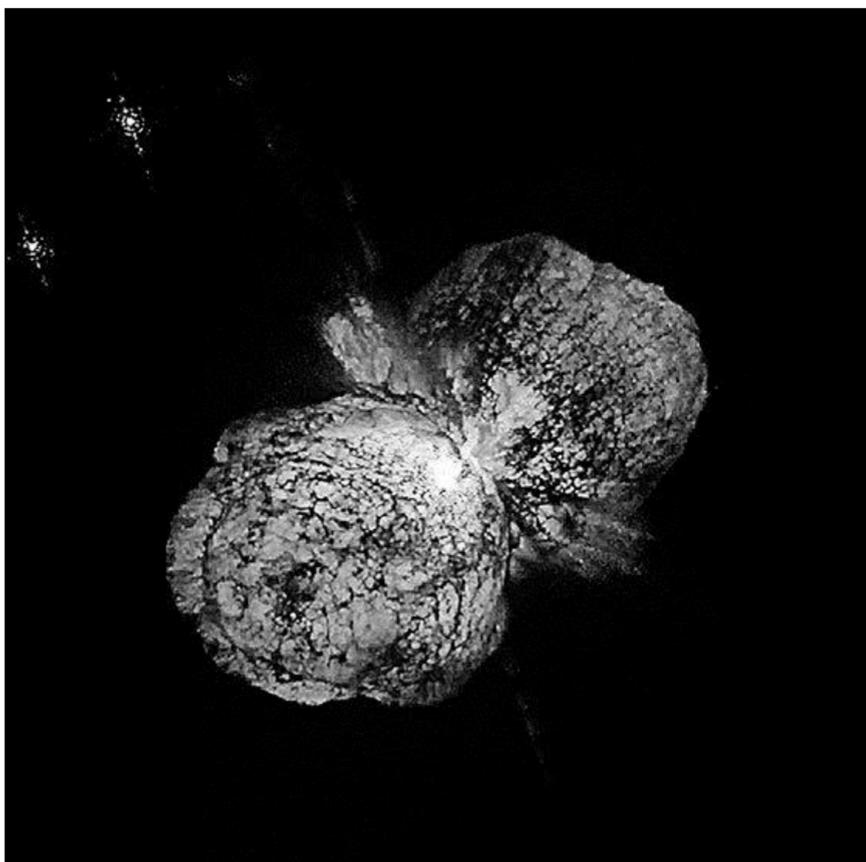
Типы переменных звезд

Перечислим наиболее распространенные типы переменных звезд, в зависимости от причины изменения блеска:

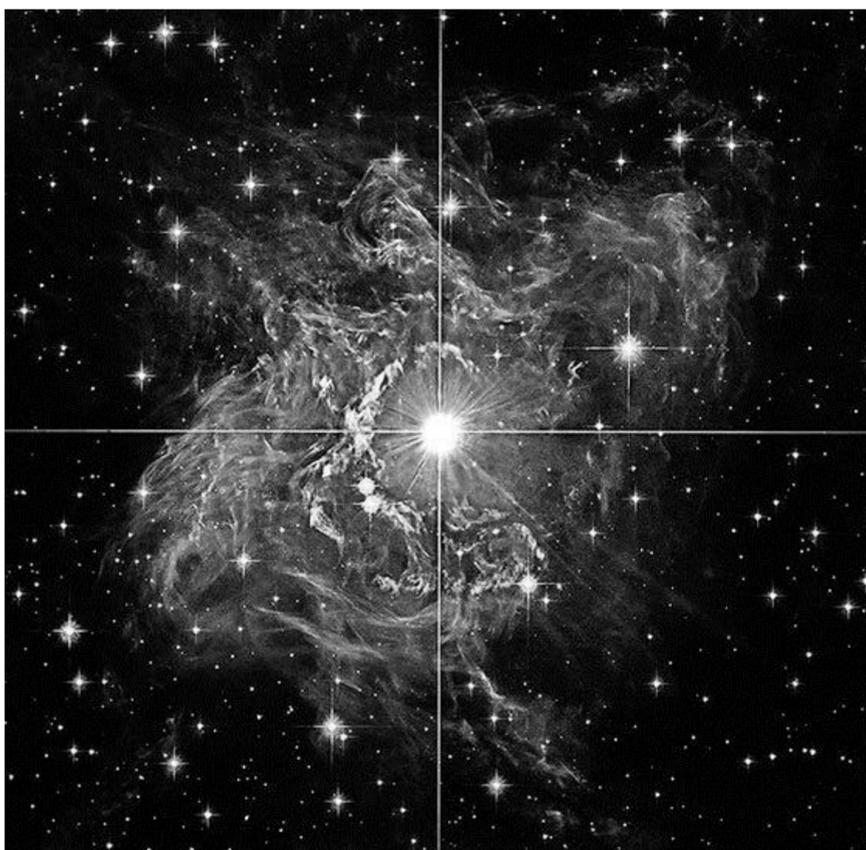
Пульсирующие переменные – звезды, показывающие периодические расширения и сжатия своих поверхностных слоёв.

Один из наиболее известных классов пульсирующих звезд – цефеиды, названные так по имени своей типичной представительницы Дельты Цефея. Эти звезды – жёлтые яркие гиганты или сверхгиганты, блеск которых изменяется с амплитудой в 0,5 до 2,0 звездной величины и периодом 1–200 суток. Они в 10^3 – 10^5 раз ярче Солнца. Причиной переменности является пульсация внешних слоёв этих звезд. В цикле пульсации звезда становится то больше и холоднее, то меньше и горячее. Наибольшая светимость достигается при наименьшем диаметре.

Цефеиды имеют четкую зависимость между периодом и абсолютной величиной, а также между периодом и средней плотностью звезды. Соотношение период-светимость делает цефеиды очень полезными для определения расстояний до галактик – как ближайших, так и более отдаленных, главное – чтобы отдельные звезды в них еще можно было различить. Эдвин Хаббл использовал этот метод, чтобы доказать, что так называемые спиральные туманности – это на самом деле далекие галактики.



Эта Киля – нестабильная звезда-гипергигант, кандидат на вспышку сверхновой



Цефеида RS Кормы



Вспышка на звезде UV Ящерицы в представлении художника

Другой известный тип пульсирующих звезд – звезды типа Миры Кита. Это красные гиганты, находящиеся на конечных стадиях своей эволюции. В течение нескольких миллионов лет эти звезды сбрасывают свою внешнюю оболочку и превращаются в белых карликов. За период, длящийся в среднем несколько месяцев (у разных звезд 80–1000 дней), они тускнеют и разгораются с амплитудой от 2,5 до 11 звездных величин, что означает изменение яркости от 6 раз до 30 тысяч раз. Сама Мира, также известная как Омикрон Кита (о Кита), меняет свою яркость с периодом примерно в 332 дня от 2-й до 10-й величины и становится невидимой невооруженному глазу.

Кроме этих, наиболее известных типов пульсирующих переменных звезд, существует еще более десятка других их типов.

Эруптивные переменные звёзды – это звёзды, изменяющие свой блеск в силу бурных процессов и вспышек в их хромосферах и коронах. Изменение светимости происходит обычно вследствие изменений в оболочке или потери массы (звездный ветер) и/или взаимодействия с межзвёздной средой. Эти процессы очень разнообразны, как и типы звезд, которые участвуют в них.

Вращающиеся переменные звёзды – это звёзды, у которых распределение яркости по поверхности неоднородно и/или они имеют несферическую форму, вследствие чего, при вращении звёзд, к наблюдателю поворачиваются разные по яркости или по видимой площади их стороны. Неоднородность яркости поверхности может быть вызвана, например, наличием пятен или температурных или химических неоднородностей, вызванных магнитными полями.

Затменно-двойные системы – звезды, кажущееся изменение яркости которых происходит за счет затмения одного компонента другим в тесных двойных системах.

Катаклизмические (взрывные и новоподобные) переменные звёзды. Переменность этих звёзд вызвана взрывами, причиной которых являются взрывные процессы в их поверхностных слоях (новые или новоподобные) или глубоко в их недрах (сверхновые).

Система обозначения переменных звезд

В основе действующей системы именованья лежат следующие принципы:

- если звезда уже обозначена греческой буквой, то никаких новых обозначений ей не даётся;
- в противном случае звезда обозначается начиная с буквы R и до Z;
- затем звёзды обозначаются начиная с RR до RZ, после чего уже используется обозначение от SS до SZ, затем от TT до TZ и так далее до ZZ:

RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ
	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ
		TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ
			UU	UV	UW	UX	UY	UZ
				VV	VW	VX	VY	VZ
					WW	WX	WY	WZ
						XX	XY	XZ
							YY	YZ
								ZZ;

– затем звёзды обозначаются начиная с AA до AZ, затем BB... BZ, CC... CZ и так далее до достижения QZ, опуская буквы JJ... JZ:

AA	AB	AC	...	AI	AK	...	AZ
	BB	BC	...	BI	BK	...	BZ
			...				
				II	IK	...	IZ
					KK	...	KZ
			...				
					QQ	...	QZ;

– начиная с 335-й звезды их называют V335, V336 и так далее (буква V – от *variable*);

– вторая буква никогда не может быть ближе к началу алфавита, чем первая, например, ни одна звезда не может быть обозначена BA, CA, CB, DA и так далее.

В качестве примеров можно привести названия: Дельта Цефея, R Северной Короны, YZ Кита, V603 Орла.

Наблюдение переменных звезд

Изучение переменных звезд – обширное поле деятельности для любителя астрономии.

Существуют объединения любителей, наблюдающих переменные звезды. Одним из крупнейших таких объединений является Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд (American Association of Variable Star Observers, AAVSO), которая была основана в 1911 году. AAVSO осуществляет координацию работы наблюдателей переменных звезд, занимается сбором, оценкой, анализом, публикацией и хранением данных о переменных звездах, собранных в значительной степени астрономами-любителями, обеспечивает доступ к данным для профессиональных астрономов, исследователей и педагогов.

Фактически, AAVSO – это международная организация. Ее членом может стать любой любитель астрономии, серьезно занимающийся наблюдением переменных.

Уже простым глазом можно вести наблюдения переменных звезд до 5^m (по всему небу известно более 40 таких звезд), а в призмный бинокль или небольшой телескоп реально получить ценный научный материал и о более слабых звездах. В настоящее время при помощи крупных телескопов и фотографии обнаружено и исследовано свыше 30 000 переменных звезд. Астрономы-профессионалы не успевают регулярно следить за всеми переменными звездами. Многие, даже яркие переменные не имеют продолжительных рядов наблюдений. Сотни любителей во многих странах мира помогают астрономам, наблюдая максимумы цефеид и долгопериодических переменных, минимумы затменных переменных, что позволяет уточнять значения периодов, обнаруживать их изменения во времени.

Для наблюдений понадобится соответствующий инструмент (если звезда достаточно слабая), а также подробная карта звездного неба в окрестностях переменной звезды. В настоящее время такую карту можно распечатать самостоятельно, используя компьютерную программу-планетарий.

Прежде чем оценивать блеск переменной звезды, надо выбрать для нее звезды сравнения. Их выбирают поблизости от переменной звезды, желательно в поле зрения инструмента. Надо выбрать несколько звезд, близких по цвету к переменной. Информацию о блеске и цвете звезд сравнения можно тоже узнать в базе данных программы-планетария или использовать звездный каталог.

Специальные карты звезд сравнения для конкретных переменных звезд можно найти, например, на сайте Американской ассоциации наблюдателей переменных звезд <https://www.aavso.org/>.

Увеличение числа звезд сравнения повышает точность наблюдений. Разность в блеске оценивается в степенях. Перед наблюдениями нужно побыть несколько минут в темноте, чтобы глаз к ней адаптировался. При наблюдениях недопустимо применение ярких фонарей, лампочек от карманного фонаря, не защищенных темно-красным стеклом. Нужно остерегаться также бокового постороннего освещения. Прежде всего, выберем звезды сравнения, ближе всего подходящие по блеску к переменной – одну ярче, другую слабее ее. Можно выбрать несколько таких пар, если звезд сравнения достаточно. При наблюдениях сравниваемые звезды должны всегда симметрично располагаться относительно центра поля зрения, если они не отстоят от него далеко. Если звезды близки к краям поля зрения или не умещаются в нем, то при сравнении блеска нужно быстро переводить инструмент с одного объекта на другой, помещая их всегда в центр поля зрения. Затем нужно определить число степеней, на которое различается блеск сравниваемых звезд. Так как звезды мерцают, сделать это нелегко. Быстро переводя взгляд с переменной звезды на звезду сравнения, чтобы не ослабло световое ощущение, и повторяя такую операцию несколько раз, чтобы проверить впечатление о различии или равенстве блеска, производим количественную оценку.

Существуют разные способы количественной оценки блеска звезд. Начинающим наблюдателям можно порекомендовать, например, способ Пикеринга, который состоит в следующем. Наблюдатель выбирает из совокупности звезд сравнения две такие, чтобы одна (а) была немного ярче переменной (v), а вторая (b) несколько слабее ее. Интервал их блеска (a, b) мысленно делится на десять частей, после чего оцениваются разности блеска (a, v) и (v, b) в десятичных долях этого интервала. Записываются оценки так: a1v9b; a2v8b; a3v7b;...; a9v1b. Этот способ дает возможность вычислить блеск переменной, если известны звездные величины звезд сравнения. Например, звезда a=4,6m, а звезда b=5,6m. Следовательно, запись a3v7b будет означать, что блеск переменной звезды равен 4,6 3 v 7 5,6, иначе v=4,9m.

Конечно, полное наблюдение должно содержать оценки не с одной звездой сравнения, а с несколькими.

В настоящее время актуальны наблюдения и поиск переменных звезд с ПЗС-камерой. Подробные рекомендации по работе с ней, алгоритму поиска и исследования переменных, а также астероидов, собраны в методическом пособии «Открытие за неделю», написанном группой наблюдателей во главе с астрономом-любителем, и популяризатором наукоемких любительских исследований Станиславом Коротким^[18]. Эту брошюру можно порекомендовать тем, кто хочет серьезно заняться исследованиями переменных звезд.

Известные и яркие переменные звезды

Перечислим некоторые наиболее известные и яркие переменные звезды, с которых можно начать знакомство с этими удивительными объектами.

Среди затменно-переменных звезд наибольший интерес для начинающих любителей представляют Бета Персея (Алголь) и Бета Лиры – прототипы двух классов таких звезд. Обе звезды достаточно яркие и легко различимы невооруженным глазом и в максимуме, и в минимуме блеска.

Алголь состоит из двух звезд, более яркой и более слабой, которые образуют очень тесную двойную систему – расстояние между ними всего 0,062 а. е., то есть в 16 раз меньше расстояния от Земли до Солнца. Период обращения составляет 2,86731 суток. При вращении компоненты поочередно частично затмевают друг друга, что и вызывает эффект переменности. Блеск Алголя на протяжении большей части времени кажется для глаза почти постоянным, но раз почти в 3 дня происходит затмение более яркого компонента более слабой звездой, которое продолжается 9 ч. 40 мин. Точные приборы фиксируют также и затмение слабой звезды ярким компонентом (так называемый вторичный минимум), но блеск при этом уменьшается незначительно.

Система Беты Лиры также состоит из двух звезд, которые затмевают друг друга. Расстояние между ними равно всего 40 млн км. Под действием гравитации друг друга звезды деформировались и приобрели дынеобразную (эллипсоидальную) форму. Поэтому видимый блеск системы зависит не только от того, затмевают ли звезды друг друга, но и от того, какой стороной они повернуты к наблюдателю. Поскольку при вращении видимая форма и размер звезд изменяется постоянно (попробуйте покрутить у себя перед глазами огурец или другой плод вытянутой формы) то блеск, в отличие от Алголя, изменяется непрерывно.

Очень необычная звезда – Эпсилон Возничего. Это одна из самых долгопериодических затменных переменных. Затмения происходят каждые 27 лет и длятся более 2 лет! Компонента, затмевающая яркую звезду, остается во многом загадочной: по последним гипотезам, это – звезда, окруженная пылевым диском. Последнее затмение произошло в 2009–2011 гг, следующее начнется в 2036 г.

Среди цефеид самые легкодоступные для наблюдения – это уже упоминавшиеся Дельта Цефея и Эта Орла. Вообще, самой яркой цефеидой на небе является Полярная звезда. Но колебания ее блеска очень малы и к тому же затухают. Еще в начале 1970-х годов амплитуда блеска Полярной изменялась в пределах 0,27m. Такое изменение блеска находится на грани обнаружения невооруженным глазом. После этого амплитуда Полярной, и без того небольшая, начала резко уменьшаться. Предполагалось даже, что к началу XXI века звезда вовсе перестанет быть цефеидой. Однако в районе 1993 года уменьшение амплитуды пульсаций Полярной звезды резко остановилось и с тех пор составляет 0,032 звездной величины (около 2 %). При этом средняя яркость звезды увеличилась на 15 %.

Затменно-переменные звезды			
Звезда	Максимальный блеск	Минимальный блеск	Период
ε Возничего	2 ^m ,92	3 ^m ,83	27,08 лет
и Геркулеса	4 ^m ,69	5 ^m ,37	2,05103 дней
β Персея (Алголь)	2 ^m ,12	3 ^m ,39	2,86730 дней
λ Тельца	3 ^m ,37	3 ^m ,91	3,95295 дней
β Лиры	3 ^m ,25	4 ^m ,36	12,913834 дней

Звезды типа Миры Кита очень популярны у любителей астрономии благодаря своим большим периодам и сильным колебаниям блеска. Самые яркие мириды на небе – это сама Мира, Хи Лебеда и R Гидры.

Цефеиды			
Звезда	Максимальный блеск	Минимальный блеск	Период
δ Цефея	3 ^m ,48	4 ^m ,37	5,37 дней
η Орла	3 ^m ,48	4 ^m ,39	7,177 дней

Наблюдения новых и сверхновых звезд

Появление (а затем исчезновение) звезды, которой не было раньше в этом месте, всегда привлекало внимание людей. За 2200 лет (532 г. до н. э. – 1690 г. н. э.) в китайских и японских летописях было выявлено около 90 таких вспышек. После изобретения телескопа (1609 г.) и до вспышки Эта Киля (1843 г.) европейские учёные заметили всего 5 вспышек новых звезд. Со второй половины XIX века вспышки новых обычно открывали ежегодно, а в последнее время регистрируется до десяти вспышек в год. Но большинство из них не видны невооруженным глазом. В XX веке всего 7 новых звезд достигли 2 величины и выше (и только 2 – ярче первой). В XXI веке (на начало 2017 года) наблюдалось 4 новых, достигших 3–4 величины, из них из России хорошо была видна лишь Новая Дельфина 2013 года.

Звезда	Максимальный блеск	Минимальный блеск	Период (дни)
Мира	2,0	10,1	332
Хи Лебеда	3,3	14,2	408
R Гидры	3,5	10,9	380
R Льва	4,4	11,3	310
R Кассиопеи	4,7	13,5	430
U Ориона	4,8	13,0	377
RR Скорпиона	5,0	12,4	281

Некоторые из новых звезд, описанных в старинных хрониках, как мы сейчас знаем, были сверхновыми – в частности, «звезда-гостья» 1051 года из китайской летописи, которая породила Крабовидную туманность в Тельце. Но по иронии судьбы таких грандиозных явлений в нашей Галактике не наблюдалось с 1603 года (то есть последнюю из них видел Иоганн Кеплер еще до изобретения телескопа). Правда, отметим, что существует несколько остатков сверхновых, явно молодого возраста, но вспышки их были пропущены – в частности, их свет могла ослабить межзвездная пыль. Ученые изучают вспышки сверхновых в других галактиках. К примеру, в 1987 году произошла вспышка совсем рядом, в спутнике нашей Галактики – Большом Магеллановом Облаке. Эта сверхновая, получившая обозначение SN 1987A, была видна невооруженным глазом как звезда 3 величины.

Обнаружить вспышку новой или сверхновой может и любитель астрономии – при наблюдении в телескоп, фотографировании звездного неба или даже невооруженным глазом – именно так была открыта в 1972 году Новая в созвездии Лебеда. О любом открытии следует сообщить в Центральное бюро астрономических телеграмм <http://www.cbat.eps.harvard.edu/>.

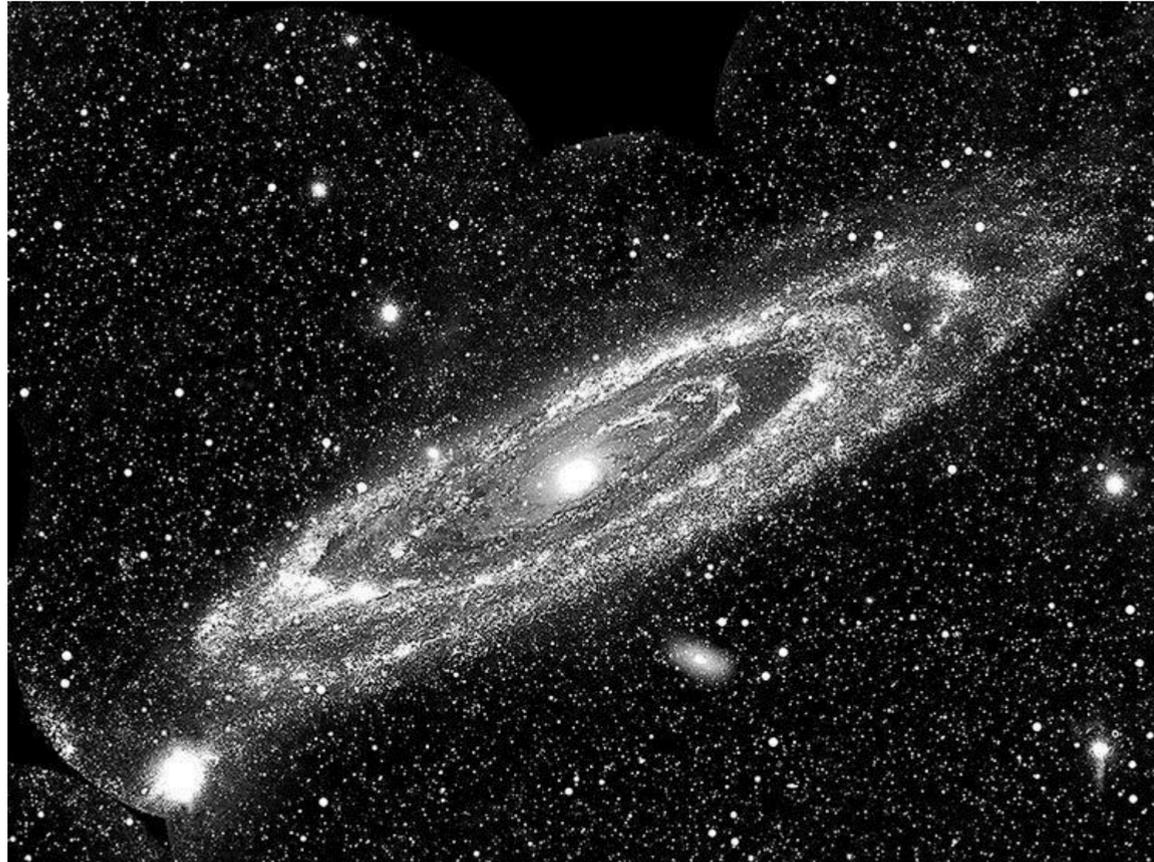
18. Галактики

Далекie звездные системы выглядят на нашем небе тусклыми туманными пятнышками. Всего три галактики уверенно видны с Земли невооруженным глазом: в Северном полушарии это Туманность Андромеды, или M 31 (ее видимый блеск 3,4), а в Южном – Магеллановы облака – они значительно ближе к нам и потому ярче, хотя принадлежат к карликовым неправильным галактикам, в отличие от гигантской спиральной галактики в Андромеде.

Люди с исключительно зоркими глазами могут еще разглядеть на очень темном небе при идеальных погодных условиях (в сухом высокогорном воздухе) еще три галактики: M 33 в созвездии Треугольника (видимый блеск 5,7), галактику NGC 5128, или Кентавр А, в созвездии Кентавра (блеск 6,6) и галактику M 81 в Большой Медведице (блеск 6,9). Но все же это – редчайшие исключения.

Методы любительских наблюдений галактик мало отличаются от таковых для других слабых туманных объектов глубокого космоса – скоплений и туманностей. Это визуальные наблюдения в телескоп и фотографирование.

Доступны для любительских наблюдений все галактики из каталога Мессье и большинство галактик из каталога NGC. Для комфортного наблюдения подойдут инструменты с апертурой начиная от 80–90 мм, но самые яркие объекты видны и с меньшим диаметром объектива.



Туманность Андромеды (M31) – самая яркая галактика северного полушария.

Яркие галактики, включенные в каталог Мессье

Номер	Номер NGC	m	Угловой размер	Расстояние (млн св. лет)	Диаметр (св. лет)	Масса (10 ⁹ М)
M 99	NGC 4254	9,9	5'×5'	52,7	83 000	100
M 98	NGC 4192	10,1	10'×3'	44,2	126 000	200
M 96	NGC 3368	9,2	8'×5'	34,3	76 000	80
M 95	NGC 3351	9,7	7'×5'	32,6	70 000	50
M 94	NGC 4736	8,2	11'×9'	17,3	50 000	60
M 91	NGC 4548	10,1	5'×4'	52,9	83 000	
M 90	NGC 4569	9,5	10'×4'	30,7	85 000	
M 89	NGC 4552	9,7	5'×5'	49,9	74 000	
M 88	NGC 4501	9,6	7'×4'	57,2	115 000	250
M 87	NGC 4486	8,6	8'×7'	54,9	132 000	2700
M 86	NGC 4406	8,9	9'×6'	56,7	147 000	
M 85	NGC 4382	9,1	7'×6'	47,8	99 000	400
M 84	NGC 4374	9,1	7'×6'	57,8	110 000	

Номер	Номер NGC	m	Угловой размер	Расстояние (млн св. лет)	Диаметр (св. лет)	Масса (10 ⁹ M)
M 83	NGC 5236	7,5	13'×12'	14,7	55 000	
M 82	NGC 3034	8,4	11'×4'	11,4	37 000	50
M 81	NGC 3031	6,8	27'×14'	11,8	92 000	50
M 77	NGC 1068	8,9	7'×6'	46,9	100 000	1000
M 74	NGC 628	8,5	11'×10'	25,1	77 000	300
M 66	NGC 3627	9,0	9'×4'	32,8	87 000	
M 65	NGC 3623	9,3	10'×3'	32,8	94 000	
M 64	NGC 4826	8,5	11'×5'	18,3	56 000	
M 63	NGC 5055	8,6	13'×7'	26,7	98 000	140
M 61	NGC 4303	9,6	7'×6'	49,6	94 000	70
M 60	NGC 4649	8,8	7'×6'	53,2	115 000	
M 59	NGC 4621	9,6	5'×4'	48,3	76 000	
M 58	NGC 4579	9,6	6'×5'	62,5	107 000	300
M 51	NGC 5194 + NGC 5195	8,4	15'×7'	26,8	87 000	

Номер	Номер NGC	m	Угловой размер	Расстояние (млн св. лет)	Диаметр (св. лет)	Масса (10 ⁹ M)
M 49	NGC 4472	8,4	10'×8'	53,1	157 000	200
M 33	NGC 598	5,7	71'×42'	2,74	60 000	10–40
M 32	NGC 221	8,1	9'×7'	2,57	6500	3
M 31	NGC 224	3,4	3,5°×1°	2,57	157 000	300–400
M 110	NGC 205	8,0	22'×11'	2,57	16 000	10
M 109	NGC 3992	9,8	8'×5'	67,5	137 000	250
M 108	NGC 3556	10,0	9'×2'	46,0	100 000	
M 106	NGC 4258	8,3	19'×7'	25,7	135 000	
M 105	NGC 3379	9,3	5'×5'	37,9	55 000	100
M 104	NGC 4594	8,0	9'×4'	44,7	105 000	300
M 102	NGC 5866	9,9	7'×3'	40,8	71 000	
M 101	NGC 5457	7,7	29'×27'	21,8	184 000	
M 100	NGC 4321	9,3	7'×6'	49,6	107 000	200

Глава VI

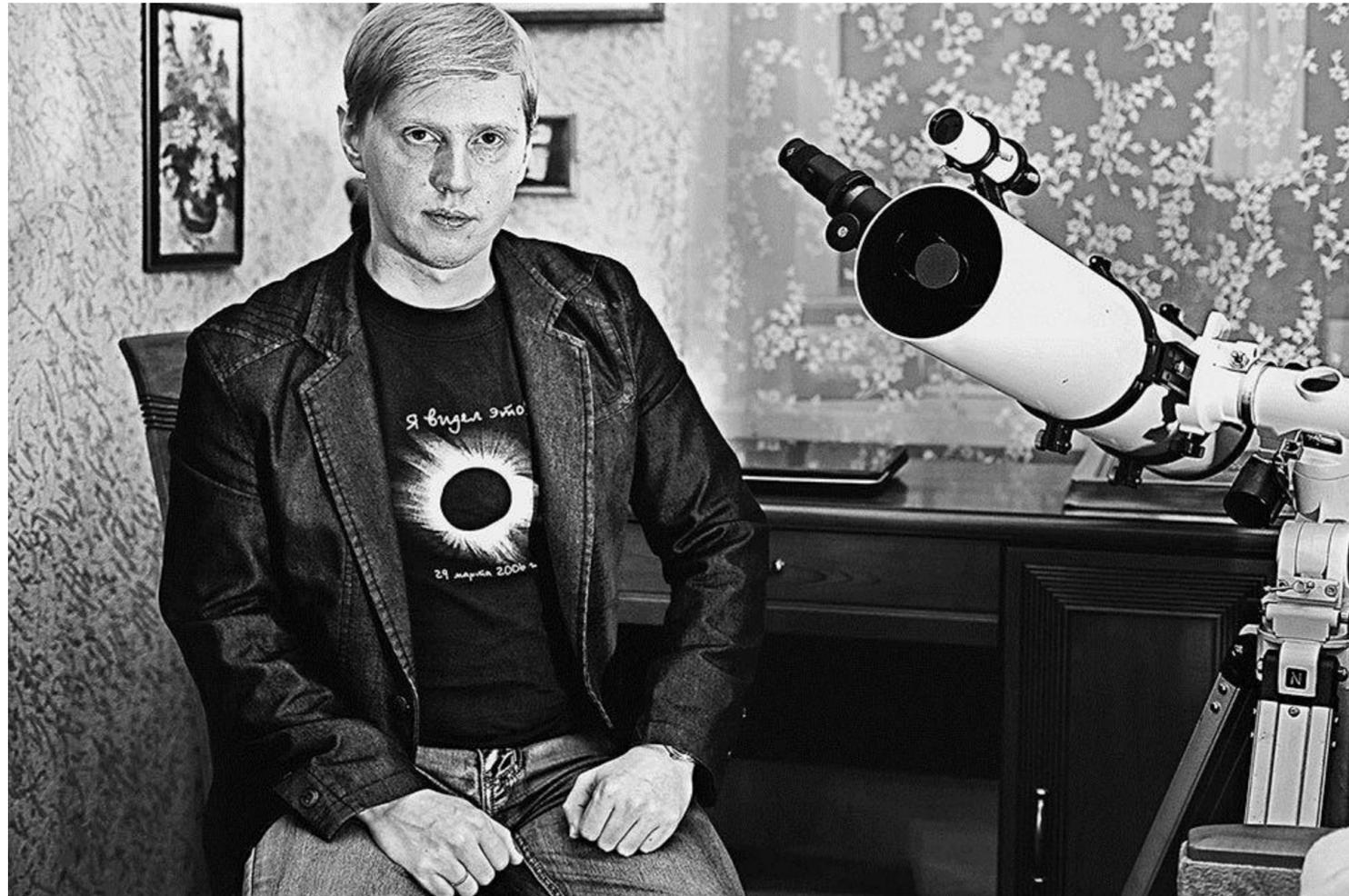
Любительская астрономия из первых рук

Людам, увлеченным каким-то занятием, всегда интересно поговорить с коллегами по хобби, тем более, если они достигли каких-то интересных результатов в своей деятельности. В заключение книги я хочу предоставить вам такую возможность. Здесь собраны мои интервью с тремя известными российскими астрономами-любителями.

Александр Смирнов: об астрономии – с монитора компьютера

Популяризация научных знаний неизбежно идет в ногу со временем, используя все доступные средства передачи информации и художественного ее преподнесения, приспособлявая под свои нужды все новинки в этой области. Астрономия не является исключением. Камилль Фламарион выпускал книги и журналы, Патрик Мур – вел передачи на телевидении.

В наше время самым массовым средством распространения информации является Интернет. Сначала он взял на себя многие функции печатных изданий – и одновременно дал возможность многим людям писать и находить своих читателей. Завести свой сайт или блог, страничку в соцсети – может любой человек, в том числе любитель астрономии или профессиональный астроном.



Александр Смирнов

Затем Интернет начал «отбирать монополию» и у телевидения. Согласно исследованиям, большая часть контента, выложенного сейчас во Всемирной сети, приходится на видео. Для видеороликов, размещенных в Интернете, уже существуют свои «законы жанра». Среди множества каналов на популярных видеохостингах, например, таких как Ютуб, многие имеют просветительскую и популяризаторскую направленность – в том числе и астрономическую.

Среди русскоязычных каналов на Ютубе, посвященных космосу и астрономии, можно отметить канал Astro Channel (<https://www.youtube.com/user/AstroSmit>). На нем собраны ролики по самой разнообразной астрономической тематике, объединенные в такие плейлисты, как, например: «Астрономический календарь», «Астрономия для начинающих», «Новости астрономии», «Астро тест драйв» (испытания оптики и другой астрономической техники и аксессуаров), «Интервью», «Звездные и Лунные маршруты» (о наблюдении конкретных объектов), «Будни звездочета – видеоблог» – и это еще не все! В большинстве плейлистов – по несколько видео, порой не по одному десятку. Ролики сделаны качественно и интересно. Заслуживает уважения тот факт, что большинство из них снимал и монтировал всего один человек – автор канала, Александр Смирнов.

– Саша, расскажите вкратце о себе и о своей биографии – как человеческой, так и астрономической.

– Я родился и живу в Вологде. Это хоть и областная столица, но город небольшой и провинциальный, со всеми вытекающими плюсами и минусами.

В детстве я почему-то заинтересовался немым кино. Меня завораживали черно-белые кадры, в них чувствовался какой-то особый дух, дух времени. В первом классе я от и до посмотрел «Броненосец Потемкин» Эйзенштейна, меня никто не заставлял, мне просто было интересно. Возможно, поэтому я пошел учиться на историка. По диплому я учитель истории и права. Примерно в 5-м классе я увлекся астрономией. В какой момент это точно произошло, я сейчас даже не вспомню. Тогда по телевизору шел сериал о космосе «Вавилон-5», возможно, благодаря ему заинтересовался и начал читать первые книжки о Вселенной... Затянуло настолько, что астрономия стала увлечением всей моей жизни. Первая зрительная труба у меня появилась в 8 классе, и с этого времени хобби вышло на новый качественный уровень – я стал активным наблюдателем. Параллельно появился пленочный фотоаппарат «Зенит» и первые простенькие снимки. До сих пор дома можно найти кучу проявленных катушек и увесистую пачку фотографий.

Во время учебы в университете баловался с анимацией, пробовал делать примитивные мультики. А вместе с Артемом Новичонком, который известен сейчас как открыватель комет, мы выпускали электронную Астрономическую газету. Это был мой первый опыт в журналистике. Тогда мы записали, на мой взгляд, очень неплохое интервью с директором Центра малых планет Брайаном Марсденом. Он рассказал крайне интересные подробности из своей жизни. Например, о дружбе с советским астрономом Николаем Черных. Они даже совместно открыли астероид, который назвали «Svyaztie». Необычное название, согласитесь. А разгадка кроется в их любви к галстукам. На одном из симпозиумов они даже обменялись своими галстуками. А когда придумывали название, вспомнили эту историю... При этом английское слово tie означает не только «галстук», но и «связь». Таким образом, астрономы хотели подчеркнуть, что можно оставаться друзьями и быть на связи, несмотря на холодную войну.

Через полгода после этого интервью Марсден умер, и именно в этот момент я понял ценность журналистики, понял, что интервью, которое мы взяли, уже никто и никогда не повторит.

После окончания вуза нужно было искать работу. В школу, загруженную бюрократией, меня не тянуло, поэтому я решил попробовать свои силы на местном телевидении. Все надо было делать с нуля, я абсолютно не знал тонкостей профессии, был долгое время стажером и постепенно набирался опыта и знаний.

– Как возникла идея о тематическом канале на Ютубе?

– В 2012 году мы поехали на Кольский полуостров, на наблюдения транзита Венеры по диску Солнца. Я активно снимал нашу поездку на видео. У Артема Новичонка тогда возникла идея делать видеверсии астрономических лекций. Идея эта так и не была реализована, но натолкнула меня на мысль – я работаю в службе новостей, а почему бы не сделать астрономические видеонews? Так появилась идея канала Astro Channel. Первое время он был полностью новостным, сделанный скорее по ТВ канонам, нежели интернетовским. И только потом канал стал меняться, со временем у него появилось свое лицо, свой стиль и своя аудитория. И кстати, ролик о нашей поездке на Кольский полуостров тоже вышел на Astro Channel.

– В чем, по-вашему, главная концепция канала? Чем он отличается от других каналов астрономической тематики?

– По большому счету Astro Channel – это первый канал об астрономии в русскоязычном Youtube, на котором был полностью авторский контент. Когда я начинал, были очень популярны переводные иностранные ролики, я же делал что-то свое. Меня вдохновляла идея – показать и рассказать о наших талантливых любителях астрономии, которые в своем хобби добились больших результатов и приблизились к профессионалам. Сейчас, конечно, задачи более широкие – образовательные (тут, может быть, сказывается и мое педагогическое образование). Теперь главная цель Astro Channel – вдохновить и увлечь астрономией, помочь разобраться в тонкостях этого хобби. Всегда приятно, когда люди пишут, что благодаря каналу загорелись космосом, купили телескоп и теперь активно наблюдают.

– В прошлом году на страничке канала ВК была информация о том, что вы начинаете новый проект – на местном ТВ. Получилось ли что-то с этим?

– Да, сейчас на вологодском интернет-телевидении 35tv.ru раз в месяц выходит передача «Под северным небом». В ней я рассказываю о тех астрономических явлениях, которые можно увидеть в Вологодской области.

– Как вы думаете, какие методы популяризации астрономии эффективны сейчас? Что с большей вероятностью останется в памяти у человека – текст на бумаге, на сайте, сюжет по ТВ или ролик в Интернете?

– Безусловно, эффективнее всего сейчас работает интернет. А методы абсолютно разные – от короткого поста с красивой картинкой до «длинной научной простыни» или трудозатратных видеосюжетов. Главное, чтобы это было сделано с душой, а зритель всегда найдется.

Шесть комет Леонида Еленина

Долгое время поиск комет считался одним из самых перспективных направлений деятельности любителей астрономии, а присвоение фамилии первооткрывателя хвостатому небесному телу – желанной наградой за труды. Впрочем стоит отметить, что в прошлом человек, открывший комету, мог рассчитывать и на щедрое материальное вознаграждение. Так, например, в 1835 году король Дании Фредерик VI наградил дорогими подарками

астронома, открывшего новую комету. Подобная же система поощрения продолжала существовать и при следующем датском короле – Кристиане VIII. В Венском университете всех первооткрывателей комет до 1880 года награждали золотыми медалями.

Но прошли времена, когда в год открывалось всего несколько новых объектов Солнечной системы. Современные автоматизированные телескопы открывают десятки и сотни астероидов за одну ночь! Что касается комет, то они встречаются не так часто, но, тем не менее, каждый год открывается примерно по 50–70 новых комет.

Осталось ли сейчас в науке место любителю-одиночке – охотнику за кометами, прочесывающему небо с телескопом или биноклем? Может ли рассчитывать на успех любитель с небольшими инструментами? Может ли профессиональный астроном тягаться с телескопами-роботами?



Леонид Еленин

Пока можно сказать, что особо упорным это удастся. Например, австралиец Терри Лавджой открыл 6 комет, две из которых стали видны невооруженным глазом.

Не остаются в стороне и россияне. После распада СССР в течение 20 лет с территории нашей страны не было открыто ни одной кометы, но с 2010 года ситуация стала меняться к лучшему. В 2010 году «первую российскую комету» открыл Леонид Еленин, сотрудник Института прикладной математики имени М. В. Келдыша РАН. За последующие годы две кометы открыл Артем Новичонок из Петрозаводска, 7 комет – Геннадий Борисов в Крыму. Но и Еленин не остановился на достигнутом – на начало 2017 года на его счету уже 6 космических странниц!

Мы беседуем с Леонидом о кометах, астероидах и их поиске...

– Расскажите, пожалуйста, чем вы занимались в качестве астронома-любителя до начала работы в институте им. Келдыша?

– С 2008 года я начал наблюдать на удаленных телескопах. Искал новые переменные звезды и астероиды, но главной целью, мечтой с детства было открытие кометы. Визуально я наблюдал и переменные звезды и отсылал свои измерения в AAVSO (Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд). Мне всегда была интересна научная работа, а не просто созерцание или съемка красивых фотографий.

– Насколько доступна любителю работа на удаленных обсерваториях? Это платно или нет? Какие задачи можно взять на себя любителю с такими проектами?

– Это может быть и платно, и нет. Мне кажется, я один из первых в России, кто этим заинтересовался еще в 2008 году. Я писал многим обсерваториям в США, где такой доступ уже был. Мне тогда предоставили доступ две обсерватории – Tzec Maun и Tepaгra. На них я открыл свои первые переменные звезды и астероиды. Но сейчас эти обсерватории уже не предоставляют доступ. Где можно сделать это сейчас – не знаю, но в любом случае заинтересованному человеку нужно искать самому, никто ничего на блюдечке не принесет. Есть и платный доступ, там просто – платишь и делаешь что хочешь. А заниматься можно чем угодно, практически всеми направлениями, где имеют смысл оптические наблюдения.

– Как вы пришли в институт имени Келдыша?

– Я закончил МАИ. Работал проектировщиком. Весной 2009 года на Астрофесте (всероссийском ежегодном фестивале любителей астрономии, который проходит в Подмоскowie), где я выступал с докладом о поиске переменных звезд, я познакомился с руководителем сети телескопов ISON (ранее ПулКОН). Летом того же года, во время кризиса, я потерял свою прежнюю работу, никак не связанную с астрономией, и перешел на работу в ИПМ РАН.

– Насколько я знаю, сейчас ваша основная работа связана с поиском «космического мусора» искусственного происхождения на орбите Земли, а открытия астероидов и комет не являются основной целью?

– Да, работа по поиску малых тел Солнечной системы в нашей сети идет в инициативном порядке. Она не финансируется. Меня по-прежнему можно называть астрономом-любителем.

– Сколько вы обнаружили астероидов?

– Много, более 1600. Точно я не могу сказать. Дело в том, что после обнаружения астероида идет долгая процедура уточнения его орбиты. Часто бывает, что впоследствии находят более ранние наблюдения объекта, который обнаружил ты. Поэтому всегда сложно сказать, сколько точно астероидов именно «твоих».

– Расскажите о своих кометах. Какие у каждой из них интересные особенности?

– Первая комета C/2010 X1 (Elenin) была особенной для меня во всем, это же первая комета – моя мечта. На данный момент она и самая яркая из моих комет. Она достигла 8 звездной величины, но после распалась на облако обломков. Вторая комета P/2011 NO1 (Elenin) является также и околоземным объектом – она достаточно близко подлетает к Земле. При этом она, конечно же, не представляет для нас угрозы. Орбита третьей кометы P/2014 X1 (Elenin) ничем особым не примечательна. Четвертая комета – на самом деле моя пятая комета. Так получилось из-за того, что объект, открытый мной еще в 2015 году, изначально считался дальним астероидом, и лишь в начале 2016 года его кометную природу заметили на 4-х метровом телескопе, после чего его переклассифицировали в комету со сложным обозначением C/2015 PD229 (ISON-Cameron). Эта комета не носит моей фамилии, хотя я являюсь ее сооткрывателем. Здесь нужно коснуться правил именования комет. Многие думают, что я сам присваиваю своим кометам мою фамилию – это заблуждение. Комета носит фамилию открывателя, если он обнаружил сам объект и его кометную активность (хвост, кома), если это не так, то комета носит название обсерватории, проекта и пр. В данном случае ISON – это название нашей сети телескопов, а Кэмерон – фамилия астронома, открывшего кометную активность на 4-х метровом телескопе. Орбита пятой кометы C/2015 X4 (Elenin) похожа на орбиту кометы Галлея, поэтому она относится к семейству комет, названному в честь этой знаменитой его представительницы. Ну а шестая комета C/2017 A3 (Elenin) имеет самую необычную орбиту: она обращается перпендикулярно плоскости Солнечной системы и делает один оборот вокруг Солнца за 285 лет. Это самая большая из моих комет, но далеко не самая яркая. Так получилось из-за того, что она не подлетает близко к Земле.

– Я знаю, что вы пишете собственное программное обеспечение...

– Я постепенно полностью перехожу на свое программное обеспечение – как для управления удаленной обсерваторией, так и для обработки кадров. У меня большой опыт этой работы, и я знаю, как ее оптимизировать и улучшить, а для этого нужно писать все под себя. Работа эта долгая и трудная, но потихоньку я иду к своей цели.

– Считаете ли вы, что эпоха любительских открытий комет подходит к концу?

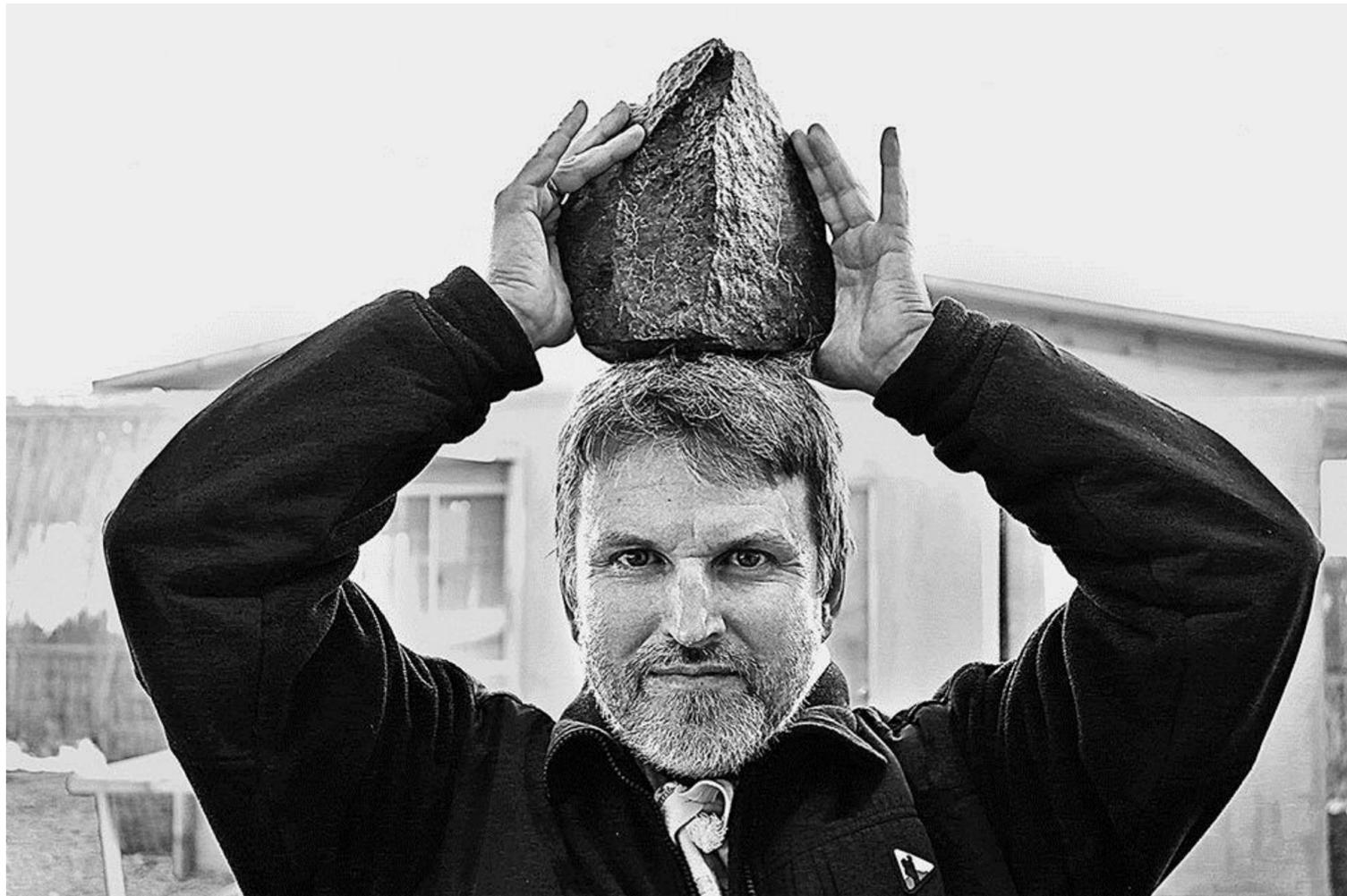
– Любитель – это понятие растяжимое. Если мы говорим о любителе с небольшим телескопом или биноклем, живущим в городе или вблизи городов, то да, их время ушло. Мизерная вероятность еще сохраняется – открыть комету там, где не ищут большие телескопы – области неба вблизи Солнца, перед закатом или восходом. Если любитель обладает автоматизированным телескопом с ПЗС-камерой, то его шансы много больше, и такие открытия совершаются, хотя делать их все сложнее и сложнее. К таким любителям я отношу и себя.

– Какие новые цели для любителей, желающих принести пользу науке, вы сейчас видите?

– Существует огромное количество неизученных звезд – можно открывать и исследовать их переменность. Можно изучать уже открытые астероиды – определять период их вращения, к примеру. Но для этой работы все равно нужно достаточно дорогостоящее оборудование. Вооружившись небольшими оптическими инструментами для визуальных наблюдений, в целом, можно просто наслаждаться красотой у нас над головой.

Тимур Крячко: Метеоритика – альтернативная космонавтика!

Интерес к звездному небу и устройству Вселенной может принимать разные формы и подталкивать людей к разным видам деятельности. Кто-то просто смотрит на светила в телескоп, кто-то проводит наблюдения, ценные для науки, кто-то увлекает астрономией других людей... Есть и люди, которых интересует поиск и изучение упавших на Землю метеоритов. Тимур Крячко – один из них.



Тимур Крячко

– Как вы пришли к увлечению метеоритикой? Я знаю, что до нее вы много сделали в других областях – на вашем счету много открытий новых астероидов, сверхновых, переменных звезд.

– Начинать я, конечно, с любительской астрономии и, подобно большинству, увлекся ей еще в детстве, в 5–6 классах, причем настолько, что начиная с 8 класса вел в своей школе астрономический кружок и уроки астрономии для десятиклассников. Учитель сидел на задней парте, а я читал ребятам лекции про небесные тела... В то же самое время, еще в школе, я собрал свои первые телескопы – еще в 6 классе восстановил найденный на свалке сломанный БШР (большой школьный рефрактор, выпускались тогда такие телескопы для школ), а другой сделал на базе объектива от ТЗК – командирской зенитной трубы, который был у моего дедушки... А когда я учился в 8 классе, дедушка в кредит купил «Мицар» – только появившийся тогда в продаже телескоп-рефлектор Новосибирского приборостроительного завода.

– А что было после школы?

– В 1987 году я поступил в Казанский университет на специальность «Астрономия». Но проучился полгода... и уехал наблюдать в обсерваторию. Много лет спустя еще 4 года учился заочно в Воронежском университете на геологическом факультете... Все это время я не работал в астрономии официально (только полгода был лаборантом в обсерватории КГУ), а занимался любительскими проектами, находя какие-то источники финансирования. Много лет наблюдал на разных телескопах, живя в горах, на Астрономической станции Казанского университета.

– Расскажите немного об этих проектах.

– Мне всегда было интересно не просто любоваться небом, а изучать его, открывать что-то новое. Сначала я серьезно занимался поиском комет. Потом перешел на поиск астероидов. Я думаю, что это в чем-то более благодарное и благородное дело, чем поиск комет. Комета – больше утешающая тщеславию, самолюбие: ее назовут в честь тебя, а если она будет яркая и интересная, то твоя фамилия прозвучит на весь мир... Так что комета – это своего рода приз, а ее открытие – как победа в спортивном соревновании...

С астероидами по-другому. Ты имеешь право предложить для него название – в честь другого человека, географического объекта, часто – по чьей-то просьбе. На открытие одного астероида у меня уходило примерно месяц – значит, я дарил один месяц своей жизни кому-то... Я считаю это более близким мне по духу занятием. Ну и попутно, в процессе поиска, мы открывали и другие объекты – переменные звезды, сверхновые...

Однако постепенно эта ниша – любительский поиск астероидов – стала заполняться другими активными людьми. В начале моей работы я был практически один, а сейчас пришли новые люди с мощными инструментами, иногда с государственным или частным финансированием. Я почувствовал, что моя своеобразная «миссия первопроходца» выполнена. Появилась потребность переместить свою деятельность в область других «белых пятен» на карте российской науки.

– И это была метеоритика?

– Да. Интерес к ней у меня появился после знакомства с Александром Милановским – энтузиастом, можно сказать, отдавшим метеоритике свою жизнь. Ученый в третьем поколении, геолог, он в последние годы своей жизни ушел из большой науки и занимался популяризацией, писал статьи о метеоритах в газеты и журналы, переписывался с людьми, которые утверждали, что нашли метеорит, сам выезжал на поиски... К слову, я сам до сих пор не решаюсь активно вести такое общение с людьми, так как очень тяжело регулярно разочаровывать людей, думающих, что они нашли метеорит. Из примерно нескольких сот камней, которые каждый год приносят и присылают в Лабораторию метеоритики ГЕОХИ такие «открыватели», лишь 1–2 на самом деле оказываются метеоритами. Большинство найденных камней – обычные ледниковые валуны. Но заставить человека усомниться в своей правоте – порой практически невозможно. Случалось, «обиженные» подавали на ГЕОХИ в суд... А Милановского это не пугало, он готов был откликнуться и поехать – несмотря даже на слабое здоровье. Примечательно, что умер он в поездке, после находки редкого и ценного метеорита – палласита. Можно сказать, что умер от счастья – не выдержало сердце...

Я довольно долго присматривался к его деятельности, но включился в нее не сразу. До поры до времени меня отпугивало в этой области большое количество людей, стремящихся исключительно заработать на своих находках, мечтающих мгновенно стать богатыми. (Меня эта сторона не очень интересует, я думаю о ней только в контексте окупаемости экспедиций.) Но постепенно, уже после смерти Милановского, стал включаться. Сначала ездил с опытными людьми, профессиональными метеоритчиками, потом начал организовывать экспедиции сам.

– А заработать на метеоритах действительно можно? Или это миф?

– Это зависит от многих факторов. Конечно, не все метеориты одинаково ценны. Самые распространенные и в большинстве своем дешевые – хондриты – каменные метеориты, содержащие округлые силикатные образования – хондры. Несмотря на свою распространенность, это очень интересный тип метеоритов. Считается, что хондриты сформировались из протопланетного облака, окружавшего когда-то Солнце, и они находятся в неизменном состоянии уже более 4,5 млрд лет. Они никогда не были частью крупного небесного тела, в котором такие изначальные частицы вещества плавилась и дифференцировались, образуя магматические породы. Дешевы и железные метеориты – фрагменты ядер более крупных астероидов, не доживших до наших дней.

Дороже ценятся железо-каменные метеориты, но самые дорогие – сотни и тысячи долларов за грамм – это так называемые планетные ахондриты. Они состоят из пород, которые, в отличие от хондритов, образовались в недрах небесных тел, где уже шло плавление и дифференциация вещества. Это могли быть крупные астероиды или даже протопланетные и планетные тела, которые возникали и разрушались в процессе формирования Солнечной системы. Ахондриты похожи по своей структуре на земные магматические породы.

Самое интересное в них то, что некоторые из этих метеоритов уже уверенно отождествлены с конкретными астероидами и планетами. Известны метеориты, прилетевшие к нам с Луны и Марса, а также с астероида Весты.

– А с Венеры к нам может прилететь метеорит? Или с Меркурия?

– С Венеры – нет как и с Земли. В настоящее время, при теперешних размерах и массе, из расчетов следует, что вещество даже при сильнейшем ударе астероида не может быть выброшено в космос. Венера же по массе почти равна Земле, плюс к тому, имеет чрезвычайно плотную атмосферу, которая тоже препятствует этому.

А вот с Меркурия вещество может улететь в межпланетное пространство. Правда, долететь до Земли ему нелегко: с орбиты Меркурия метеориты по большей части притягивает близкое Солнце. И все же этот сценарий не исключен – несколько метеоритов подозреваются в том, что они родом с Меркурия. Это еще предстоит доказать.

– Как же найти метеорит на Земле? И что нужно знать тому, кто хочет это делать систематически?

– Примерно до 60-х гг. прошлого века систематически метеориты почти не искали, во всяком случае, любители. Да, были случайные находки, и были свидетели свежих падений, которые подбирали метеорит «по горячим следам». А вот повод задуматься о систематическом поиске метеоритов дал, как ни удивительно, великий писатель Антуан де Сент-Экзюпери. В книге «Планета людей» он так описывал темные камни, найденные им в Сахаре, во время аварийной посадки:

«На скатерть, разостланную под яблоней, может упасть только яблоко, на скатерть, разостланную под звездами, может падать только звездная пыль; никогда ни один метеорит не показывал так ясно, откуда он родом».

Современные ученые считают, что камни, найденные Экзюпери, не были метеоритами. Но принцип он угадал верно. Лучшие «белые скатерти для темных камней с неба» (а метеориты действительно чаще всего темные) – это Антарктида с ее ледяным панцирем и каменные сухие пустыни с осадочными светлыми породами.

Конечно, пустыня должна быть именно каменной, а не песчаной. Легко понять, что в песчаных дюнах метеорит быстро будет погребен под песком. А вот на твердой породе он может пролежать десятки тысяч лет, несмотря на идущие вокруг него процессы ветровой эрозии...

Что касается Антарктиды, то эффективно можно искать метеориты только в определенных местах в зонах контакта движущихся антарктических ледников с горными хребтами, где метеориты из толщи вздымающегося льда вытаивают и оказываются на поверхности.

Антарктические экспедиции – это дорого. В основном их могут себе позволить NASA, японская и китайская академии наук, европейские университеты. В 2016 году экспедиция нашего Уральского университета обошлась в 14 млн руб. – не считая оборудования. Конечно, требуются снегоходы, другая техника. Кроме того, нужно официальное разрешение... В общем, Антарктида – это для профессионалов.

– А для любителей – пустыня?

– Да. Как я уже говорил, это должна быть каменная пустыня без темных пород и без растительности. Конечно, прежде всего, это сухие тропики северного и южного полушария Земли. Лучше всего выбирать зимнее время, когда там комфортная температура воздуха.

Существуют два основных способа поиска. Первый – когда для передвижения используется автомобиль (джип). На нем можно проехать 200–300 км в день и найти много крупных метеоритов. В среднем такой метод принесет больший по весу «урожай». Но стоит такая экспедиция довольно дорого и подходит больше для охотников за крупной добычей, профессионалов.

Я предпочитаю другой метод – пеший. Действую примерно так, как бедуины в Северо-Западной Африке (они, кстати, и находят значительную часть всех известных метеоритов). Местом дислокации, правда, выбираю обычно не палатку, а небольшой населенный пункт с хостелом или гостиницей, в которых можно поесть, помыться и привести себя в порядок, это самое важное, потому что ходить приходится полный световой день, 11–12 часов. Разумеется, нужна удобная обувь, и даже с ней мозоли – дело практически неизбежное. Каждый день я прохожу по 30–40 километров.

Из оборудования – прежде всего палка с магнитным наконечником. Практически все метеориты, даже каменные, обладают магнитными свойствами из-за включений никелистого железа. Нужно позаботиться о защите глаз и купить защитные очки, плотно прилегающие к щекам – в пустыне ультрафиолет может идти не только сверху, от Солнца, но и снизу, отраженный от светлой поверхности. Желательно также иметь рюкзак с питьевой системой, чтобы не тратить время на доставание и открывание бутылок с водой. Есть лично мне, как правило, во время поиска не хочется, еда – по возвращении в гостиницу.

– А где же есть подходящие пустыни?

– Одна из самых подходящих для этого пустынь – в Омане. До 2007 года эта страна была настоящей Меккой для искателей метеоритов. В среднем там можно было найти один метеорит на 10–15 км пути. Однако с 2007 года правительство Омана запретило вывоз найденных метеоритов за пределы страны (искать ещё было можно) а с 2010 года – и поиск для иностранцев. Теперь туда можно ехать, только если хочешь посидеть в арабской тюрьме...

В Оман я уже не попал. Моя активная поисковая деятельность началась позже. Несколько раз я ездил в Египет, занимался поиском в Восточной пустыне и на побережье Красного моря. Условия там, может, и не самые идеальные, но, в среднем, нам попадался один метеорит на 200–300 км пути. Я нашел там два хондрита по 4,5 кг, большая часть вещества которых была приобретена в частную российскую коллекцию за 5000 \$. Этих денег хватило для организации трёх экспедиций в 2016–2017 гг. – в Чили и в Иран.

– Расскажите об этих последних экспедициях. Были ли там интересные находки?

– Начну с того, что места, куда мы отправлялись на поиски, были интересны и сами по себе. В октябре 2016 мы прилетели в Чили, в посёлок Кильягуа. Он известен как самое сухое место на Земле. Почти весь год там не бывает осадков, и только в январе выпадает 0,05 мм воды. Несмотря на это, в поселке есть растительность, поскольку через него протекает речка, берущая начало в Андах... А дальше – начинается пустыня.

Эта экспедиция была смешанной. Часть участников отправилась искать метеориты на джипах, а я вместе с несколькими людьми отправлялся каждое утро пешком из хостела. Привез я из этой поездки 18 своих, личных находок.

В январе 2017 года я был в Иране. Это была пешая экспедиция в составе всего 2 человек. Мы остановились в городе Табас (Тебес). На весь мир он прогремел только в 1980 году, когда в нем из-за поломки самолета сорвалась операция «Орлиный коготь» по спасению заложников из американского посольства. Сам же по себе город не очень примечателен.

Иран – менее благоприятен для поиска метеоритов, чем Оман и Чили. Здесь больше осадков, в среднем больше растительности (слой дерна быстрее скрывает под собой камни, а растительные кислоты разъедают минералы). Но нам повезло – мы нашли целый метеоритный дождь: 14 фрагментов, выпавших одновременно на небольшом участке.

Эту поездку омрачило только вмешательство местных властей. Они дважды приходили к нам с визитом, и вторые визитеры – даже присвоили себе метеориты, которые мы везли в подарок Тегеранскому университету. Попасть в такую ситуацию в Иране, стране с высоким уровнем ответственности людей перед вышестоящей властью, – мы не ожидали. В Чили желательно тоже иметь документы на вывоз метеоритов.

Ну и наконец, в марте 2017 года мы тем же составом из двух человек снова поехали в Чили, но уже в другое место – поселок Чиу-Чиу. Он известен среди туристов как «последнее место, где живут настоящие инки». Действительно, местные жители имеют характерную внешность и носят традиционные костюмы, причем не ради туристов...

Это была чрезвычайно удачная экспедиция. За 13 дней мы нашли на белых известняковых плато 80 метеоритов! И это при том, что, судя по всему, в этих местах их активно искали и до нас!

– Среди них были какие-то редкие экземпляры?

– Нет, несмотря на то, что подозрения относительно некоторых находок были, все метеориты всех трех экспедиций оказались хондритами. Лишь один принадлежит к относительно редкому типу – углистый хондрит класса CO.

– А можно ли заниматься поиском метеоритов не в таких далеких местах? Есть ли шанс найти их в средней полосе России, в странах бывшего СССР?

– Я уже приводил статистику обращений в ГЕОХИ – 1–2 подтверждения на 500 обращений... Если смотреть конкретно по местам, то средняя полоса России – это постоянные дожди и растительность. Кроме того, ледник, проходя через нее, стащил сюда самые разнообразные камни. Лучше искать там, где не было ледника, и одновременно нет современных магматических пород (горных хребтов) и есть осадочный чехол. Это оренбургские степи, омские степи... В этих местах, действительно, камень, лежащий на земле – редкость. В 30–40 гг. прошлого века омский ученый Петр Драверт искал метеориты, ходя по деревням и осматривая... камни, которые шли на гнет для квашения капусты!

В целом же найти метеорит где-нибудь в центральной России – очень маловероятно. Чтобы найти тут один хондрит – нужно пройти порядка 10 000 км. А, например, планетных ахондритов на территории России не находили вообще, что не мешает иным «искателям» каждый камень объявлять ахондритом на том основании, что тот похож на фотографии лунных и марсианских метеоритов из Интернета... В общем-то, если всю жизнь каждый день ходить и искать тут – есть шанс 50 %, что в течение жизни ты один метеорит найдешь. Если тебя такой шанс устраивает – палку в руки! Если хочется более определенного шанса – тогда нужно ехать в другие места...

– Ну а если все-таки нашел метеорит, или, несмотря на все вышеперечисленное, уверен, что камень может им оказаться? Как действовать?

– Если это предполагаемый железный метеорит, можно обратиться в пункт приема цветного металла и попросить измерить состав. В метеоритном железе всегда присутствует не меньше 4 % никеля. Если их нет – дальнейшие действия не имеют смысла. Вообще, метеоритами на данный момент в России занимается Лаборатория метеоритики ГЕОХИ <http://meteorites.ru/>. На сайте подробно разъяснена процедура отправки образца на изучение. Правда, должен с прискорбием отметить, что у Лаборатории нет даже своего прибора, с помощью которого можно регистрировать метеориты (он один на весь институт, и Лаборатория имеет право на нем работать один-два дня в месяц). Так что все образцы ждут своей очереди, и, например, обработка всех наших последних чилийских находок загрузила бы Лабораторию года на два... Положение, конечно, печальное. Стоят такие приборы сотни тысяч долларов, понятно, что в частных руках их нет.

– Вопрос, с которого, наверно, нужно было начать, но можно и закончить. Зачем вообще нужно искать метеориты?

– Конечно же, ради открытия чего-то нового, в первую очередь в области космогонии, науки о формировании Солнечной системы. Эта мысль редко звучит, но ведь метеоритика – это альтернативная космонавтика! Государства тратят десятки миллиардов долларов на миссии по доставке внеземного вещества на Землю, а оно между тем лежит у нас под ногами – и найти его можно с неизмеримо меньшими затратами... Просто немисливо игнорировать эту возможность. Но найти мало, надо учиться делать из метеоритов исследовательские препараты и искать возможности их изучения (под руководством специалистов, разумеется). Надо увлекать метеоритикой детей и студентов-геологов и тогда рано или поздно у метеоритчиков в нашей стране появятся свои исследовательские приборы (как и у российских астрономов, имеющих много телескопов), и мы сможем иметь много новых не только охотников за метеоритами, но и профессионалов-исследователей метеоритного вещества высшей категории.

Сноски

См. главу «Луна и ее наблюдения».

2

Эклиптика – воображаемая линия, по которой проходит видимый годичный путь Солнца по небесной сфере (см. главу «Общие рекомендации начинающему наблюдателю»).

3

См. главу «Общие рекомендации начинающему наблюдателю».

4

Объектив – часть телескопа (линза, зеркало или система линз или зеркал), собирающая свет от объекта.

5

Окуляр – часть телескопа, состоящая из линзы или системы линз, в которые наблюдатель рассматривает изображение объекта. В современных крупных телескопах, работающих исключительно фотографическим методом, вместо окуляров используются ПЗС-матрицы или фотокамеры.

6

Предел по размеру есть и у зеркал. Крупнейший в мире телескоп с цельным зеркалом – Большой бинокулярный телескоп, расположенный на горе Грэхэм (США, штат Аризона) и работающий с 2005 года. Диаметр каждого из двух его зеркал – 8,4 метра. Для более крупных инструментов применяются зеркала, состоящие из отдельных сегментов. Например, Большой Канарский телескоп с зеркалом диаметром 10,4 м (36 шестиугольных сегментов).

7

Курфюршество – земля, управляемая курфюрстом (в Священной Римской империи – имперский князь, за которым с XIII века было закреплено право избрания императора).

8

Личная уния – объединение двух или более самостоятельных государств в союз с одним главой, который становится, таким образом, главой каждого государства-члена союза.

9

Лондонское королевское общество по развитию знаний о природе, в просторечии Королевское общество (англ. The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge) – ведущее научное общество Великобритании, одно из старейших научных обществ в мире; создано в 1660 году и утверждено Королевской хартией в 1662 году.

10

Фокусное расстояние – расстояние от оптического центра объектива до точки фокуса (точки где собираются отраженные или преломленные лучи и образуется изображение объекта).

11

Сверхновая – звезда, увеличивающая свой блеск в течение нескольких суток в миллионы и миллиарды раз, а потом угасающая в течение нескольких месяцев или лет. Причина – мощный взрыв, почти полностью разрушающий звезду.

12

В настоящее время ученые вновь говорят о гипотетической крупной неизвестной планете Солнечной системы. Поводом для этого послужили некоторые закономерности в орбитах нескольких очень далеких астероидов, лежащих в так называемом поясе Койпера, далеко за орбитами Нептуна и даже Плутона. Они могут быть вызваны возмущениями от гравитации этой планеты. Масса ее оценивается в 10 масс Земли, среднее расстояние от Солнца – в 700 раз дальше, чем Земля (Плутон – только в 40 раз!), а период обращения вокруг Солнца – от 10 до 20 тысяч лет.

13

О звездных и солнечных сутках см. главу «Общие рекомендации начинающему наблюдателю» параграф «Изменение вида звездного неба в зависимости от места, времени суток и года».

14

При подготовке использована статья С. В Карпова «Джон Добсон – изобретатель монтировки для телескопа» (сайт hypertova.ru, сентябрь 2000).

15

См. главу «Луна и ее наблюдения».

16

От слов blink – мигать и compare – сравнивать.

17

От греческого *sporadikos* – единичный, непостоянный, случайный, проявляющийся нерегулярно.

18

«Открытие за неделю»: Методическое пособие по астрономии / С.А. Короткий, А.А. Чашкина, М.Ю. Ховричев, М.Л. Ховричева. – М.: Импэто, 2010. – 80 с., ил.