



КАМИЛА ФЛАММАРИОН

ПОПУЛЯРНАЯ  
АСТРОНОМИЯ

ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

**КАМИЛЛ ФЛАММАРИОН**

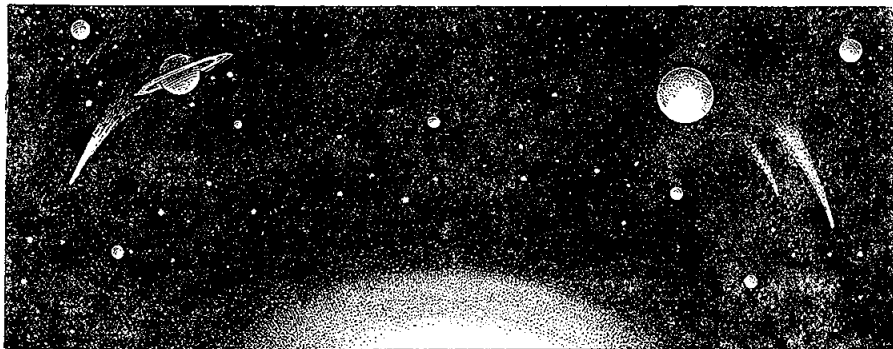
**ПОПУЛЯРНАЯ  
АСТРОНОМИЯ**

**РЕДАКЦИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ  
ПРОФЕССОРА  
Б. А. ВОРОНЦОВА-ВЕЛЬЯМИНОВА**



**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ  
ВСЕСОЮЗНОГО ЛЕНИНСКОГО КОМУНИСТИЧЕСКОГО СОЮЗА МОЛОДЕЖИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1969 ЛЕНИНГРАД**

*«Популярная астрономия» — лучшее произведение блестящего популяризатора-астронома К. Фламариона. Десятки лет молодежь всех стран мира увлекалась этой книгой. В настоящем издании использован старый сокращенный перевод книги К. Фламариона, выполненный Д. Гильпериным.*



## Часть первая

# ЗЕМЛЯ

---

## ГЛАВА I

### Земля в пространстве

Эта книга предназначена для тех, кто желает без особенных усилий приобрести основные познания о вселенной.

Разве не приятно созерцание великих явлений природы? Разве не полезно знать, какое место мы занимаем в природе, что такое Земля, какой она имеет вид, что такое Солнце, без благодатных лучей которого жизнь на Земле была бы невозможна, что такое Луна, отчего она каждые сутки меняет свою форму, почему у нас день сменяется ночью, что такое многочисленные звезды, на каком расстоянии находятся они от нас?



Мало того, незаметным для нас образом наука о вселенной — астрономия — служит нам в повседневной жизни почти на каждом шагу. Когда мы отрываем листок календаря, смотрим на часы, торопясь к поезду, совершаем морское путешествие, изучаем карту своей страны, мы пользуемся выводами астрономии, сами того не замечая. Астрономия, как и другие науки, полезна не только тем, что она объясняет явления природы, но и тем, что она помогает ее изменять, помогает заставить ее служить человеку.

Астрономия — это основа общего образования. Изучение ее не только не представляет никаких трудностей, но, наоборот, доставляет удовольствие, которое все увеличивается, по мере того как мы ближе знакомимся с чудесами мироздания.

Астрономия вовсе не испещрена сухими цифрами, как это принято думать. Математические формулы, встречающиеся в ней, — это только леса, без которых нельзя было обойтись при постройке великолепного дворца. Пусть леса будут снесены и пусть дворец астрономии предстанет перед нами во всем своем ослепительном блеске.

Но отсюда не следует, конечно, что астрономический трактат, даже в популярном изложении, можно читать рассеянно и спустя рукава; наоборот, такую книгу, представляющую более реальный и захватывающий интерес, чем любой роман, нужно читать с большим вниманием, для того чтобы содержащиеся в ней научные истины надолго запечатлелись в памяти. Оканчивая последнюю страницу романа, мы знаем ровно столько, сколько знали, когда приступали к первой странице. Совсем иначе обстоит дело при чтении научного произведения: тут только тот человек, который совершенно не в состоянии абстрактно мыслить, не увеличивает своих познаний, не расширяет своего умственного кругозора. Мы думаем, что в наше время вряд ли найдется такой человек, который был бы настолько мало развит умственно, чтобы основные положения современной астрономии были ему недоступны.

Наука о звездах и планетах перестает быть секретом небольшого кружка избранных, она проникает во все классы общества<sup>1</sup>; она воочию показывает, что без нее человек никогда не знал бы, какое место он занимает во вселенной; поэтому изучение ее, даже в элементарном виде, необходимо для каждого, кто хочет считать себя образованным человеком.

Из всех открытий, добытых астрономией, наибольший интерес представляют для нас те сведения, которые она нам дает относительно планеты, обитаемой нами, относительно формы ее, величины, веса, положения и движения, совершаемого ею. Изучение неба нужно начать с изучения Земли, потому что научное развитие астрономии началось с того момента, когда точно стало известно, какое место занимает Земля в мировом пространстве.

---

<sup>1</sup> Автор говорит здесь о капиталистических странах. В Советском Союзе наука является достоянием всех трудящихся. — *Прим. ред.*

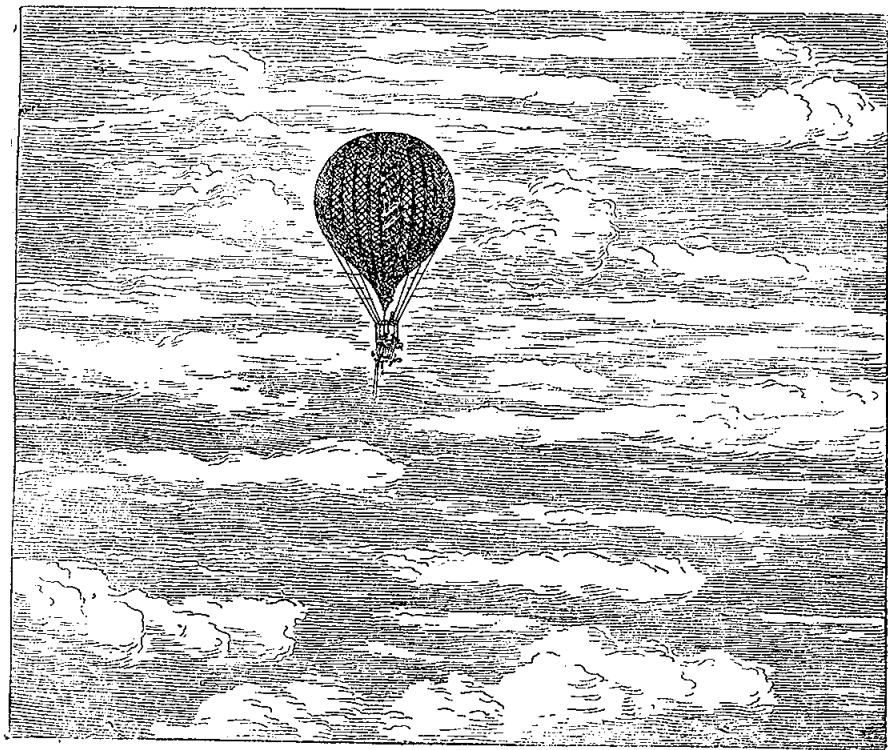


Рис. 1. Невольно хочется сравнить этот беззвучный полет аэростата с величественным движением Земли в пространстве.

Человечество в течение тысячелетий находилось в заблуждении относительно этого пункта и продолжало бы коснеть в этом заблуждении, если бы не явилась на помощь астрономия, но и в настоящее время можно смело утверждать, что из ста человек девяносто девять имеют превратное представление о мироздании, потому что не обладают элементарными знаниями по астрономии.

Земля нам кажется бесконечной плоской равниной, поверхность которой изрезана в разных местах то зеленеющими холмами, то цветущими долинами, то цепями более или менее высоких гор; Земля нам кажется неподвижной, покоящейся на вечных, пезыблемых устоях; раскинутое над ней небо представляется нам в виде совершенно округленного свода, голубого в ясную погоду и серого, если оно покрыто облаками.

В общем получается такое впечатление, будто Земля представляет собой главный остов мироздания: Солнце, Луна, звезды, планеты — все эти небесные тела, рассеянные в мировом пространстве, вращаются, повиному, вокруг Земли, и человек невольно стал считать себя центром вселенной и целью мироздания.

Астрономия принадлежит к числу древнейших наук; начало ее теряется в мраке времен. Первыми наблюдателями звездного неба, как полагают, были пастухи, которые, охраняя по ночам стада на обширных равнинах Азии и нуждаясь в способе определения времени, обратили внимание на известный распорядок в сочетании звезд и дали названия отдельным группам их. Более подробные исследования небесного свода делались в разные эпохи жрецами и учеными в Индии, Китае, Египте, Финикии, Греции.

Египетский календарь был составлен около 4 700 лет назад, а китайский — около 4 600 лет назад. Деление недели на семь дней было впервые установлено в Вавилоне 4 тысячи лет назад, и в течение многих веков каждый день недели назывался именем одного из семи подвижных светил, известных в древности. К этим светилам принадлежали: Солнце, Луна, Марс, Меркурий, Юпитер, Венера и Сатурн.

Во времена древнегреческого поэта Гомера люди думали, что Земля окружена со всех сторон океаном и представляет собой пижнюю часть мира, а небо — верхнюю, и что Гелиос (Солнце) каждый вечер тушит свои огни, чтобы зажечь их снова, выкупавшись предварительно в волнах океана.

Долгое время простодушные невежественные люди были убеждены, что между небом, на котором ночью горят звезды, и небом, которое освещается ослепительными лучами Солнца, нет ничего общего. Тот, кто впервые решился утверждать, что днем небо остается усеянным звездами в такой же мере, как и ночью, и объяснил их кажущееся отсутствие только тем обстоятельством, что слабый звездный свет теряется в ярком сиянии Солнца, был человеком гениального ума, обладавшим необыкновенной по своему времени смелостью суждений.

Многие древнегреческие астрономы были того мнения, что звезды суть не что иное, как огоньки, которые поддерживаются испарениями, выходящими из земли.

Видя, что Солнце, Луна, планеты и звезды восходят и заходят, человек в конце концов должен был прийти к заключению, что в промежутке между своим восходом и закатом эти светила обязательно должны пройти под Землей. Под Землей! Какой переворот заключается в этих двух словах. Вера в неизбежность Земли держалась крепко, и поэтому, чтобы объяснить себе правильное появление небесных светил, надо было допустить, что сквозь Землю проложены из одного конца в другой тоннели, достаточно обширные для того, чтобы пропустить ряд небесных светильников.

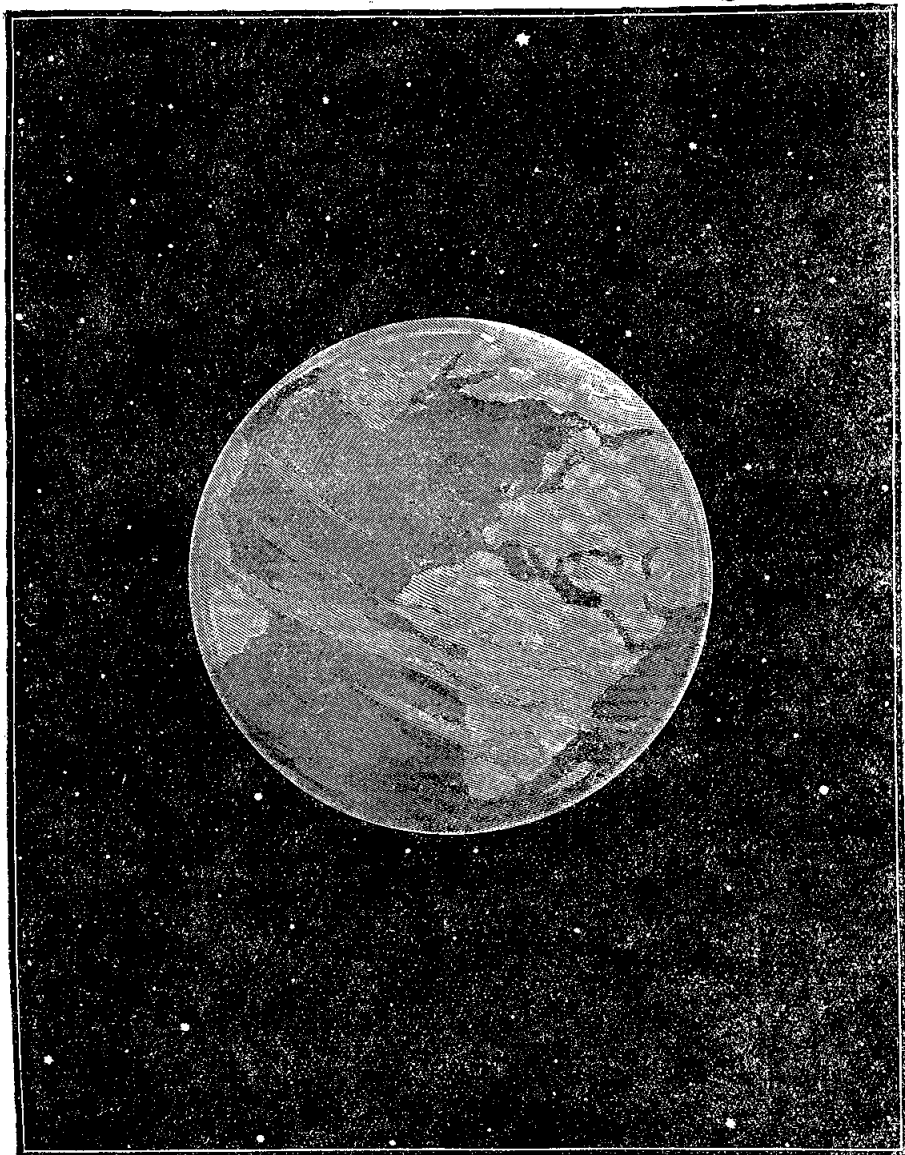


Рис. 2. Земля в мировом пространстве.



И действительно, каких только предположений не делал, чтобы объяснить себе явление восхода и заката хотя бы одного лишь Солнца! Одни говорили, что Земля имеет форму круглого стола, поддерживаемого двенадцатью колоннами; другие утверждали, что Земля имеет вид храма, который покоится на четырех бронзовых слонах; третьи — что она держится на цепях и пр.<sup>1</sup> Но такое объяснение считалось натяжкой даже в древности, так как неизбежно должен был явиться вопрос, на чем же держатся сами колошны, слопы и цепи.

Современник Гомера, Гезиод, представлял себе Землю в форме плоского диска, находящегося на равном расстоянии от неба с одной стороны и подземного царства — с другой. Все это пространство было однажды измерено паковальной Вулкана: упавши с неба, она летела девять дней и девять ночей, пока добралась до Земли; затем, когда она провалилась сквозь Землю, она должна была употребить ровно столько же времени, чтобы упасть в преисподнюю.

Такого рода взглядов человечество придерживалось в течение довольно долгого времени.

Но постепенно воззрения, касающиеся внешнего мира, стали меняться; сильный толчок в этом направлении дали географические открытия, которые привели к тому заключению, что Земля круглая. Землю стали представлять себе в виде огромного, помещенного в центре вселенной шара, вокруг которого совершают свой путь Солнце, Луна и звезды.

Внимательно изучая движения небесных светил, астрономы не могли не заметить в них многочисленных неправильностей и уклонений, которые не поддавались никакому объяснению, пока, наконец, они не пришли к заключению, что как общепринятое мнение о положении Земли в середине мира, так и предположение о неподвижности ее нужно считать ложными.

Бессмертный Коперник первый начал настойчиво защищать гипотезу вращения Земли; эта гипотеза в общих чертах была уже намечена 2 тысячи лет назад, но человеческое самолюбие не мирилось с ней и упорно отвергало ее. Этот ученый умер в 1543 году и оставил после себя великое произведение, разрушавшее заблуждение, в котором человечество коснело в течение столетий веков.

Земной шар вращается вокруг своей оси в 24 часа, и благодаря этому вращению нам кажется, будто все небо движется вокруг нас, — вот первая истина, которую доказал Коперник и на которой нам придется прежде всего остановиться.

Мы считаем необходимым при изучении астрономии с самого начала коснуться вопроса об истинном положении Земли в мировом пространстве и указать на совокупность совершаемых ею движений.

Кроме суточного вращения, Земля совершает еще движение другого рода, а именно — она описывает путь вокруг Солнца, от которого отстоит

<sup>1</sup> Большинство таких нелепых предположений выставилось жрецами — служителями религиозных культов. — *Прим. ред.*

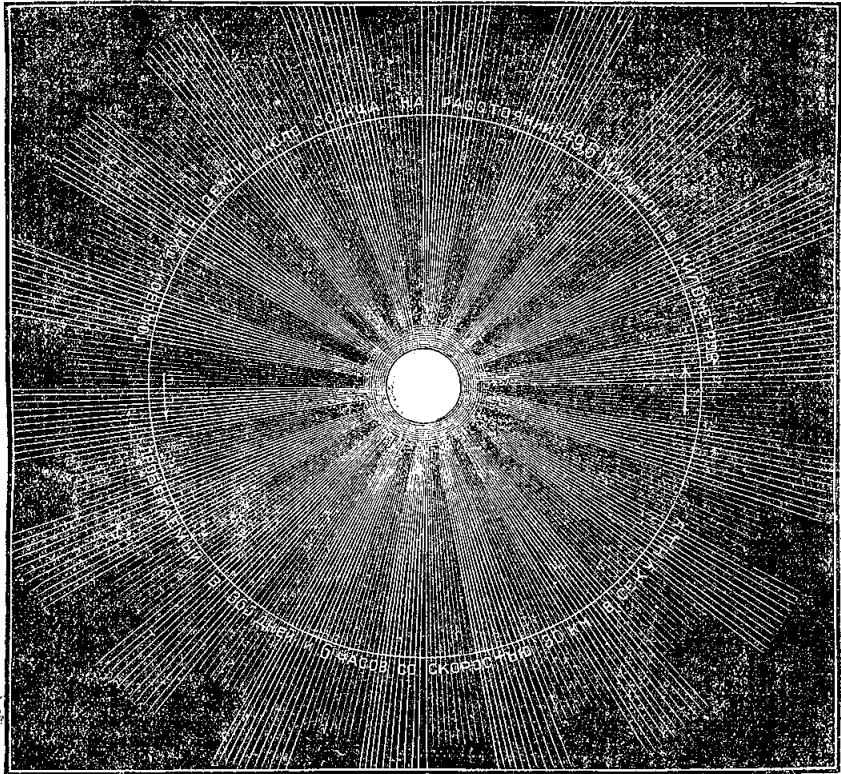


Рис. 3. Земля вращается около Солнца на расстоянии  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров от него.

на расстоянии  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров; путь, проходимый Землей в течение года вокруг Солнца, равняется 940 миллионам километров, другими словами, Земля пробегает по орбите в день 2570 тысяч километров, или 107 тысяч километров в час, или 29,8 километра в секунду. Это вычислено с математической точностью.

Мы мчимся в беспредельном пространстве со скоростью, превосходящей в тысячу раз скорость курьерского поезда. Курьерский поезд движется приблизительно в тысячу раз быстрее, чем черепаха, так что если бы он пустился, предположим, догонять Землю, то это было бы то же самое, как если бы черепаха пустилась вдогонку за курьерским поездом.



Рис. 4. Сверкающее на небе светило — это планета Земля, видимая с Марса.

Быстрота движения Земли по орбите превышает скорость движения ядра, выпущенного из пушки, в 60 раз.

На этом подвижном шаре мы занимаем такое же положение, как мельчайшие пылинки, приставшие к поверхности пушечного ядра, выпущенного в пространство. Мы не можем заметить этого стремительного движения, так как сами принимаем в нем участие.

С какой легкостью и плавностью совершается это движение — без трения, без толчков, среди бесстрастно-величавых, молчаливых вечных светил!

Более спокойно, чем гондола по зеркальной поверхности венецианских лагун, Земля величественно скользит по линии своей орбиты, ничем не обнаруживая присутствия той страшной силы, которая ее увлекает вперед. Так посетит в атмосфере одинокий аэростат, затерянный в безбрежном воздушном океане.

Земля — такое же небесное светило, как Луна и другие планеты, которые заимствуют свой свет от Солнца. Если смотреть на Землю со стороны в пространстве, то она кажется такой же сияющей планетой, как и Луна; на более далеком расстоянии ее свет напоминает свет звезды, а рассматриваемая с Венеры или Меркурия, она имеет вид самой блестящей звезды на небе.

Движением Земли по орбите обусловлена смена времен года, суточным же вращением ее вокруг оси обуславливается смена дня и ночи. Все наши деления времени основаны на этих двух движениях Земли. Если бы Земля не вращалась, если бы вселенная была неподвижна, не было бы ни часов, ни дней, ни недель, ни месяцев, ни веков.

Но Земля вертится...

Эти два движения Земли, упомянутые выше, — самые главные и имеют для нас самое большое значение; но кроме них Земля совершает еще другие движения, о которых речь будет впереди.

О том, каким образом Земля вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца

День и ночь. — Числа. — Часы. — Меридианы и местное время. —  
 Год и календарь.

Теперь мы приступим к изучению всех движений Земли.

Мы не будем следовать обычаю, который состоит в том, что раньше излагаются явления в том виде, как они нам кажутся, чтобы затем показать, что этот вид обманчив.

Мы прямо начнем с того, что существует на самом деле.

Нет ничего более любопытного и интересного, чем именно эти вращательные движения Земли, потому что они отражаются на всем строе наших суждений, давая нам понятие о времени.

Продолжительность нашего существования, отдельные периоды нашей жизни, даты нашего календаря, исторические эпохи, вообще все события, происходящие во времени, мы можем отметить только благодаря движениям Земли.

Светила, разбросанные по небесному своду, в высокой степени отличны друг от друга.

На Луне, например, не бывает больше 12 дней и 12 ночей в году, который имеет там такую же продолжительность, как у нас на Земле.

На Юпитере год почти в 12 раз длиннее нашего, тогда как сутки больше чем наполовину короче наших, таким образом, на этой планете год имеет 10 445 дней.

На Сатурне год в 30 раз длиннее нашего, а дни вдвое с лишним короче наших, и поэтому год Сатурна имеет 25 217 дней.

Что остается сказать теперь о Нептуне, где каждый год длится больше чем полтора столетия, именно составляет 165 наших быстротечных лет!

Семнадцатилетняя девушка на Нептуне на самом деле прожила 2 888 лет, по нашему счислению; такая девушка жила уже за тысячу лет до нашей эры, была современницей Ромула, Юлия Цезаря, Константина, Хлодвига, Карла Великого, Франциска I, Людовика XIV, Робеспьера, и ей все-таки не больше семнадцати лет! Лет через 300—400, по нашему счету, она выйдет замуж за молодого человека — предмет ее девических мечтаний, — которому будет не меньше 3 тысяч лет. Существуют ли действительно на Нептуне такие девушки, мы, конечно, не знаем.

Измерение времени производилось прежде только по суткам и месяцам, так как смена ночей и дней и изменяющиеся фазы Луны больше всего бросались в глаза первобытному человеку: годичному счислению люди научи-



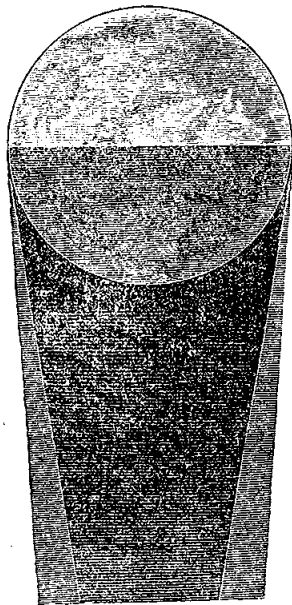


Рис. 5. День и ночь на Земле.

лись значительно позже. Отголоском этой эпохи служат древнеиндийские поэмы, которые повествуют о том, какой страх овладевал человеком при наступлении ночи.

«Солнце, благодетельное Солнце исчезло на западе. Уверены ли мы, что оно снова появится завтра на востоке? Что, если оно не вернется? Не будет у нас ни света, ни теплоты... Холодная темная ночь царит над Землей. Как снова отыскать божественный огонь? Чем можно заменить лучезарное светило, откуда взять его небесный свет?

Вот загорелись звезды, вззошла Луна и своим сиянием затопила весь мир. Но это не Солнце, это не дневной свет! А, вот занимается заря, она разгорается все больше и больше, вот блеснули первые золотые лучи. Солнце — божество небес!

Да снизойдет на тебя благословение! Не забывай возвращаться к нам!»

Что такое день? Что такое ночь?

Это — два противоположных явления, вызванных вращательным движением Земли вокруг Солнца.

Если бы наша Земля не вращалась, то всегда одна и та же сторона земного шара была бы обращена к дневному светилу; страны этой части Земли постоянно пользовались бы его светом, тогда как противоположная сторона Земли постоянно была бы погружена во мрак — тут царил бы вечная ночь.

Посмотрим на земной шар в какой-нибудь определенный момент, например тогда, когда у нас полдень. В эту минуту мы находимся на срединной линии полушария, освещенного Солнцем.

Земной шар (рис. 5) отбрасывает в противоположную от себя сторону тень, поэтому в страны, расположенные на другом полушарии, ни один солнечный луч проникнуть не может: в то время как у нас день, там ночь.

Но Земля вертится; через 12 часов мы, в свою очередь, будем в полосе тени, и у нас будет полночь.

Переверните рисунок, и тогда освещенная часть Земли будет находиться внизу, а неосвещенная — наверху.

Но эта тень, отбрасываемая Землей, не распространяется на весь мир, как это нам кажется по первому впечатлению; она охватывает собой пространство, имеющее форму конуса, основанием которого служит линия наибольшей ширины Земли: эта линия имеет в длину 1 390 тысяч километров. То, что находится в пространстве вне этого теневого кольца,

остается освещенным вечно, тут ночи никогда не бывает.

Теневой конус, отбрасываемый Землей, довольно велик, — от вершины его до основания считается 1 390 тысяч километров. Случается иногда, что Луна, отстоящая от Земли на расстоянии 384 тысяч километров, попадает в плоскость, занятую тенью, тогда наступает лунное затмение.

Чтобы иметь представление о вращении Земли, возьмем какое-нибудь шарообразное тело, проткнем его иглой и начнем вращать его пальцами так, чтобы оно кружилась наподобие колеса.

Игла изображает собой ось; противоположные точки шарика, в которых эта ось просверливает его поверхность, называются полюсами.

Вот два важных понятия, которые легко можно удерживать в памяти. Мы знаем теперь, что такое ось земного шара: это направление воображаемой линии, которая пересекает его насквозь через центр с одного конца в другой и вокруг которой происходит суточное вращение его. Мы знаем также, что нужно разуметь под полюсами.

На рис. 7 изображено, каким образом происходит последовательное чередование дня и ночи в различных странах. Париж, как мы видим, лежит как раз против Солнца, тут, значит, полдень. Страны, расположенные налево от Франции, находятся к востоку от нее, они вышли из теневой полосы раньше, чем она, и поэтому раньше, чем она, прошли под Солнцем. Таким образом, в то время как в Париже полдень, в Вене 1 час, в Суэце 2 часа, в Тегеране 3 часа, в Бухаре 4 часа, в Дели (Индия) 5 часов и т. д. В местах, расположенных на одной и той же часовой линии, часы показывают одно и то же время. Эти часовые линии называются меридианами и представляют собой круги, которые расходятся от одного полюса и сходятся к другому.

Если мы рассечем шар на две равные части по плоскости, перпендикулярной к оси вращения, то мы получим таким путем экватор. Это — большой круг, образованный поперечным сечением, плоскость которого перпендикулярна к оси шара.

Чтобы измерить расстояние между полюсом и экватором, проводят на шаре круги вокруг полюса, принятого за центр; эти круги называются кругами широты, или географическими параллелями.

Когда в Париже полдень, то во всех местах, расположенных по линии, которая соединяет оба полюса и на которой лежит Париж, будет также полдень, именно: в Бурлее, Каркассоне, Барселоне, Аликире, Гамбе (юг Африки) и пр.

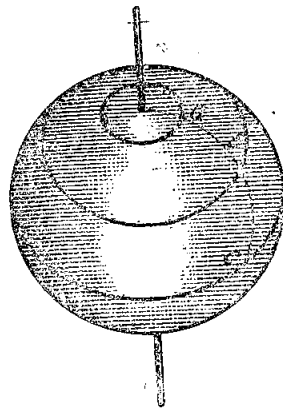


Рис. 6. Модель земного шара, вращающегося вокруг своей оси.

То же самое можно сказать про места, расположенные на всяком другом меридиане.

На прилагаемом рисунке (рис. 7) города, разбросанные в разных частях света, обозначены цифрами.

Когда в Париже полдень, то в каждом из обозначенных пунктов (огу-ская малоизвестные города) часы показывают следующее время:

1. Париж . . . . .	полдень	45. Сан-Диего . . .	4 ч. 02 м. утра
2. Вена . . . . .	12 ч. 56 м.	16. Мексико . . . .	5 14 »
3. Ленинград . . . .	1 52	17. Новый Орлеан	5 50 »
5. Тегеран . . . . .	3 16	18. Куба . . . . .	6 21 »
6. Бухара . . . . .	4 03	19. Нью-Йорк . . . .	6 55 »
7. Дели . . . . .	5 00	20. Квебек . . . . .	7 06 »
9. Вейпин . . . . .	7 37	21. Мыс Фарвель . .	8 55 »
10. Иеддо . . . . .	9 10	22. Рейкьявик . . . .	10 23 »
11. Охотск . . . . .	9 23	23. Лиссабон . . . .	11 14 »
12. Алеутские острова	12 45	24. Мадрид . . . . .	11 36 »
13. Петропавловск . .	1 35	25. Лондон . . . . .	11 51 »
14. Сан-Франциско . .	3 41		»

Франция, расположенная между океаном и Рейном, занимает пространство, пробгаемое Солнцем всего в 49 минут<sup>1</sup>.

Обратим внимание на довольно любопытные последствия, которые вытекают из этой разницы во времени в различных городах. Нью-Йорк, например, отстывает на 5 час. 5 мин. в сравнении с Парижем, а Сан-Франциско — на 8 час. 19 мин.

Если бы из Парижа можно было передавать телеграфные сообщения в эти города непосредственно, то, принимая во внимание колоссальную скорость распространения электрического тока, телеграмма, посланная из Парижа, была бы получена в Нью-Йорке на 5 час. 5 мин., а в Сан-Франциско — на 8 час. 19 мин. раньше времени отправления. Если бы, например, телеграмма была послана из Парижа 1 января 1880 года в 4 часа утра, то она прибыла бы в Нью-Йорк 31 декабря 1879 года в 10 час. 55 мин. утра, а в Сан-Франциско — того же числа в 7 час. 41 мин. вечера.

Какова точная продолжительность дня?

Уже в древности день делился на 24 части, причем счет велся либо с полудня, либо с заката Солнца, либо с полуночи, обнимая собой промежуток времени между двумя полуднями.

<sup>1</sup> Обыкновенно не обращают внимания на то, как мало нужно пространства, чтобы обусловить разницу во времени. Руан и Париж показывают разницу в 5 минут, то есть если часы, поставленные по парижскому времени, перевезти в Руан, то там они будут идти вперед на 5 минут сравнительно с местным временем. Даже в самом Париже места, не особенно удаленные друг от друга, как, например, Люксембургский дворец и Политехническая школа, показывают разницу во времени в 3 секунды. На широте, где лежит Париж, окружность земного шара равняется 26 350 тысячам метров, и расстояние в 325 метров дает разницу в 1 секунду; полдневное Солнце обходит Париж в 37 секунд.

Каждый знает, что Солнце восходит утром на востоке, медленно поднимается по небу, достигает зенита в полдень, затем начинает медленно опускаться и вечером закатывается на западе. Когда мы стоим так, что восток у нас слева, а запад справа, тогда южный полюс находится впереди нас, а северный позади. Проведя мысленно по небесной сфере большой круг над головой таким образом, чтобы он пересекал северный и южный полюсы, мы получим небесный меридиан; Солнце пересекает этот меридиан в полдень.

Промежуток времени между двумя прохождениями Солнца через меридиан и составляет сутки, или 24 часа.

Точные наблюдения показали, однако, что это число не представляет собой истинной продолжительности суточного вращения Земли. В самом деле, Солнце не проходит через меридиан ежедневно в одно и то же время: оно появляется то раньше, то позже.

Звезды восходят на востоке, так же как и Солнце, и закатываются на западе.

Между двумя последовательными прохождениями звезды через меридиан проходит 86 164 секунды, никогда не больше, не меньше, но эти 86 164 секунды не составляют ровно 24 часа, а несколько меньше, именно 23 час. 56 мин. 4 сек. Такова истинная и точная продолжительность суточного вращения Земли около ее оси.

В году считается  $365\frac{1}{4}$  дней, в действительности же Земля успевает в год сделать  $366\frac{1}{4}$  полных оборотов, то есть ровно на один оборот больше, чем принято считать, чтобы согласовать календарь с движением Солнца.

Разница между этим временем оборота и продолжительностью солнечных суток объясняется очень просто, если принять во внимание, что Земля,

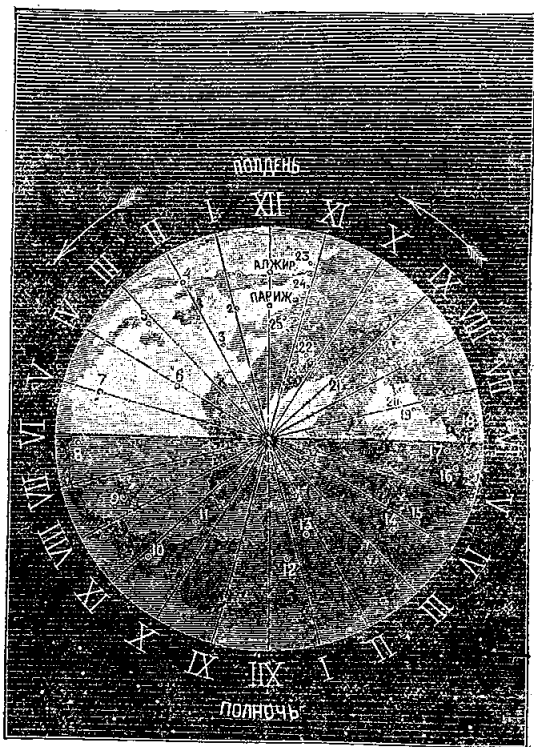


Рис. 7. Разное время в различных пунктах Земли, когда в Париже бывает полдень.



вращаясь около своей оси, кружится в то же время вокруг Солнца. Возьмем какую-нибудь точку земного шара как раз в тот момент, когда она находится против Солнца, то есть когда дневное светило пересекает в полдень ее меридиан. Назавтра, к 12 часам дня, Земля успеет уже сделать полный оборот около своей оси; но за этот промежуток времени она передвинется на известное расстояние вправо по своей годовой орбите; это перемещение земного шара вправо скажется в видимом отступлении Солнца влево, и для того, чтобы наша точка снова очутилась как раз против Солнца, Земля должна еще вращаться около себя в течение 3 мин. 56 сек. Такая история повторяется ежедневно — вот почему солнечные, или обыкновенные, сутки оказываются длиннее суточного оборота Земли.

Полное обращение Земли вокруг Солнца совершается приблизительно в  $365\frac{1}{2}$  дней, поэтому каждые 4 года приходится прибавлять по одному дню, считая високосный год в 366 дней. Но эта  $\frac{1}{4}$  дня — величина не точная, а приближенная. Чтобы получить точную длину года, нельзя прибавлять к 365 дням еще ровно  $\frac{1}{4}$ ; если в продолжение многих столетий считать високосным годом каждый четвертый, то мы будем подвигаться в счете медленней, чем следует, и начнем заметно отставать от хода естественных явлений. Так оно в действительности когда-то и случилось. Римский папа Григорий XIII предпринял реформу римского календаря (по этому календарю велось летоисчисление со времени Юлия Цезаря), который впервые и ввел систему високосных годов.

Астрономы XVI столетия исправили ошибку, накопленную в течение многих веков, и высчитали, что за то время, что действовал юлианский календарь, мы отстали на 10 дней. По распоряжению папы, к существовавшему счету были прибавлены эти недостающие дни, так что 5 октября 1582 года всем католическим миром считалось уже за 15-е. Во избежание дальнейших ошибок в этом направлении решено было в течение каждых трех последующих веков уничтожать по одному високосному году. Таким образом, годы 1700, 1800, 1900, високосные по старому стилю, перестали быть таковыми по новому, но 2000 год будет високосным.

В царской России и в некоторых других государствах, по религиозным и политическим соображениям, старый календарь оставался в силе; теперь старый стиль отстает от нового на 13 дней, через 100 лет разница составит те же 13 дней, а еще через 100 лет — 14 и т. д.<sup>1</sup>

Истинная продолжительность года исчисляется в 365 дн. 5 час. 48 мин. 46 сек., то есть 365,2422 суток.

Это есть продолжительность климатологического, или гражданского, года, но она не соответствует в точности тому времени, которое Земля употребляет на то, чтобы обойти свой путь вокруг Солнца. Когда Земля

---

<sup>1</sup> В России новый стиль был введен только после Великой Октябрьской революции по постановлению советского правительства. Он принят и сейчас в Советском Союзе. — *Прим. ред.*

по истечении года находится в весеннем равноденствии (о чем более подробно мы поговорим ниже), то ей надо еще пробежать известное расстояние, чтобы завершить полный оборот вокруг Солнца, а именно Земля должна еще двигаться в течение 20 минут, чтобы круговая линия ее орбиты сомкнулась.

Астрономическое обращение Земли вокруг Солнца, или звездный год, составляет 365 дн. 6 час. 9 мин. 10 сек. — 365,2564 суток.

Земля движется вокруг дневного светила по кругу, собственно говоря, по эллипсу, который, однако, по своей форме мало отличается от круга.

Такая фигура не имеет ни начала, ни конца — природа не дает никаких указаний относительно того, где искать начало или конец года.

Со времени Карла Великого и во всех землях, подчиненных этому императору, началом года считался первый день религиозного праздника рождества (25 декабря).

Этот древний обычай оставил неизгладимые следы в англо-саксонских обычаях: в Англии и Германии рождество празднуется со значительно большей помпой и торжественностью, чем день 1 января.

Было бы логичнее и вместе с тем приятнее закончить старый год после того, как прошла зима и начинается весна, то есть перенести праздник Нового года на время весеннего равноденствия — 21 марта, или же на 1 марта, как это было у римлян 2 тысячи лет назад. В самом деле, трудно представить себе более несуразное время, чем то, которое выбрал цивилизованный мир для встречи Нового года. Его встречают тогда, когда природа спит тяжелым зимним сном, когда Земля покрыта печальным снежным саваном, и пожелания всех благ к Новому году нередко раздаются под свист и шум завывающей на дворе метели.

Во Франции обычай праздновать Новый год 1 января был установлен в 1563 году Карлом IX; в Англию он перешел только в 1752 году, вызвав вначале бурю негодования во всем народе. Прежде всего возмутились придворные дамы: они, как им казалось, оказались постаревшими не только на 11 дней, но еще на целых 3 месяца, так как официально год начинался в Англии 25 марта. Дамы поэтому никак не могли простить такой неприятный сюрприз тому, кто явился инициатором нововведения.

Рабочие также были возмущены реформой: им казалось, что они теряют 3 месяца из своего трудового года, и когда лорд Честерфильд, по мысли которого календарь был изменен, появился на улицах Лондона, народная толпа кричала ему вслед: «Верните нам наши три месяца!»

Неаполитанские монахи в свое время также были крайне недовольны реформой: они с негодованием указывали на то, что выходило, будто кровь «святого Януария» была пролита на 10 дней раньше, именно 9 сентября вместо 19 сентября.

Эти аргументы очень напоминают приемы римлян, которые, чтобы избежать 29 дней в феврале каждого високосного года, что считалось оскорбле-

нием богов, придумали следующую комбинацию: они постановили иметь 6-е число в этом месяце два раза подряд (*bis-sextus*), и таким образом «свято-татство» не было допущено и «гнев богов» был предотвращен. Ведь боги не могли видеть, что один лишний день был скрыт между двумя другими!

У римлян год начинался 1 марта и состоял из 12 месяцев, которые имели следующие наименования:

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Mars — март (бог Марс).      | 7. September — седьмой месяц.       |
| 2. Aprilis — апрель.            | 8. October — восьмой месяц.         |
| 3. Maia — май (богиня Майя).    | 9. November — девятый месяц.        |
| 4. Iunis — июнь (богиня Юнона). | 10. December — десятый месяц.       |
| 5. Quintilis — пятый месяц.     | 11. Januarius — январь (бог Янус).  |
| 6. Sextilis — шестой месяц.     | 12. Februo — февраль (бог мертвых). |

Первый месяц был посвящен богу войны, главному патрону римского государства, последний — священному поминовению мертвых. Пятый и шестой месяцы впоследствии получили названия июля и августа, чтобы увековечить память Юлия Цезаря и императора Августа. Императоры Тиверий, Нерон и Коммод также пытались три последующих месяца назвать своими именами, но, к чести народов, не пожелавших преклониться перед памятью тиранов, эта попытка не удалась.

Названия месяцев, которые мы переняли от римлян, потеряли для нас всякий смысл. В самом деле, сентябрь — седьмой месяц по римскому календарю, у нас девятый, октябрь — восьмой, у нас десятый, ноябрь — девятый, у нас одиннадцатый и декабрь — десятый, у нас двенадцатый и последний.

Можно ли придерживаться названий, более не соответствующих? И все это потому, что начало года перенесли с марта, с весны, на январь, на зиму, то есть на самое печальное и унылое время года.

Таким образом, названия месяцев не имеют ничего общего ни с христианским календарем, так как они языческого происхождения, ни с римским, так как месяцы переставлены, а порядок их чередования сохранен.



Обращение Земли вокруг Солнца

Наклон осей. — Времена года. — Климаты.

Наша планета вертится в пространстве, держа путь вокруг гигантского светила — Солнца. День сменяется ночью, весна — зимой, цветы начинают расцветать, созревшие плоды падают с деревьев; одно поколение людей быстро сменяет другое; старые государства разрушаются и сходят со сцены; века, тысячелетия проходят, а Земля все вертится.

Следствием перемещения Земли вокруг очага света и теплоты является различие в климатах и временах года.

В полярных странах косые лучи Солнца распространяют мало света и мало теплоты; тут встречаются такие пустынные места, которые освещаются даже не Солнцем, а вспышками слабого северного сияния.

В тропических странах мы видим совсем иное: тут Солнце безустали бросает снопы ярких горячих лучей на Землю, покрытую роскошной растительностью. Там, наверху, — полярный холод, тут, внизу, — африканская жара; климаты — дело солнечных лучей (рис. 8).

Орбита Земли, или путь, пробегаемый Землей вокруг Солнца, как мы видим, не имеет формы круга, а представляет собой эллипс. Каждому известно, каким образом можно начертить подобную фигуру. Самый простой способ — это тот, которым пользуются садовники при разбивке грядок и клумб. К двум кольшкам, вбитым в землю неподалеку друг от друга, привязывается шнурок, длина которого больше, чем расстояние между кольшками. Шнурок натягивается на штифтик, с помощью которого по земле легко можно начертить эллипс, — стоит только следовать направлению кривой линии, описываемой острием штифтика.

Чем кольшки меньше расставлены один от другого, тем эллипс больше приближается к форме круга; чем более они удалены друг от друга, тем эллипс оказывается более растянутым. Точки, в которых находятся кольшки, называются фокусами эллипса ( $F'$  и  $F$  на рис. 9). Точка  $O$  — центр; диаметр  $AA$  называется большой осью, диаметр  $BB$  — малой осью.

Солнце находится в одном из фокусов эллипса, который представляет собой орбиту Земли; отсюда следует, что расстояние Земли от Солнца меняется в течение всего года.

1 января Земля ближе всего подходит к Солнцу, 1 июля она дальше всего отходит от него. Первое расстояние называется расстоянием в перигелии, второе — расстоянием в афелии.

Расстояние в афелии равняется 152 000 000 километров  
 » » перигелии » 147 000 000 »



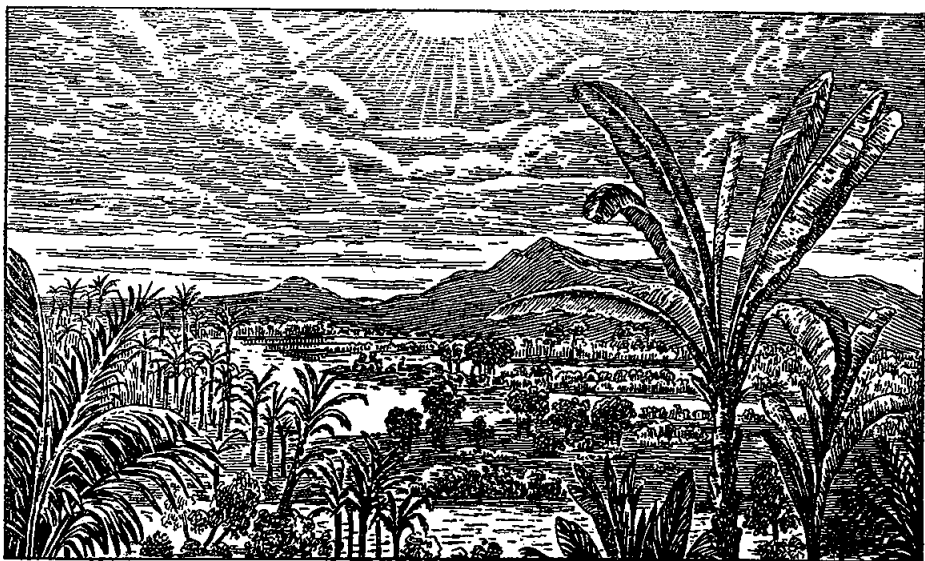


Рис. 8. Там, наверху, — полярные страны; внизу — тропические.  
Климаты — дело солнечных лучей.

1 января Земля на 5 миллионов километров ближе к Солнцу, чем 1 июля. Разница в температуре зимой и летом обусловлена наклоном земной оси. Зимой косые солнечные лучи скользят только по поверхности Земли, слабо нагревая ее; дни коротки и ночи длинные. Летом, наоборот, дни длинные, а ночи коротки, и солнечные лучи падают более отвесно.

В то время как на нашем северном полушарии царствует зима, на южном полушарии в полном разгаре лето, и наоборот.

На рис. 10 изображена схема вращения Земли вокруг Солнца. При малой вытянутости земного пути его можно представить довольно точно правильным кругом, в котором, однако, Солнце помещено не в самом центре круга.

С первого взгляда можно видеть, что земная ось остается в неизменном положении, параллельно самой себе, но так как она не стоит прямо, а наклонена, то полюс ее в течение 6 месяцев освещен Солнцем, а в течение остальных 6 месяцев не освещается вовсе. Во время весеннего и осеннего равноденствия освещенное полушарие проходит мимо Солнца обоими полюсами, так что 24 часа, составляющие сутки, поровну разделены во всех частях земного шара.

По мере того как приближается лето, солнечные лучи благодаря наклону земной оси постепенно захватывают все большие и большие пространства, лежащие за полюсом, вследствие этого в северных странах дни делаются все более длинными, а ночи все более короткими.

Зимой наблюдается явление противоположного свойства. Так, например, в Париже в декабре день длится всего 8 часов, а ночь — 16; чем ближе к полюсу, тем эта разница в длине дня и ночи все увеличивается, — на самом полюсе день длится 6 месяцев и ночь столько же.

Наклон земной оси обуславливает собой разницу в продолжительности дня и ночи в зависимости от того, какое место на земном шаре занимает данная страна. На экваторе день всегда имеет 12 часов и ночь ровно столько же. На  $66^{\circ}33'$  широты (расстояние между экватором и полюсом разделено на  $90^{\circ}$ ) Солнце в день летнего солнцестояния не заходит совсем, зато и не восходит в день зимнего солнцестояния.

От этого пункта вплоть до полюса Солнце не заходит и не восходит в течение известного количества дней, которое увеличивается по мере

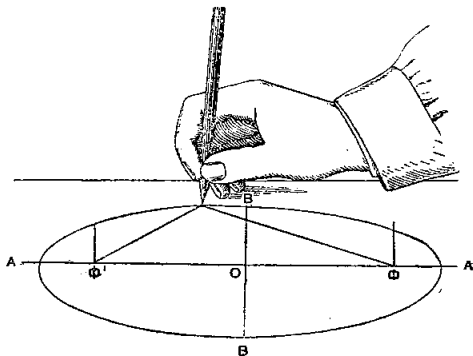


Рис. 9. Эллипс.

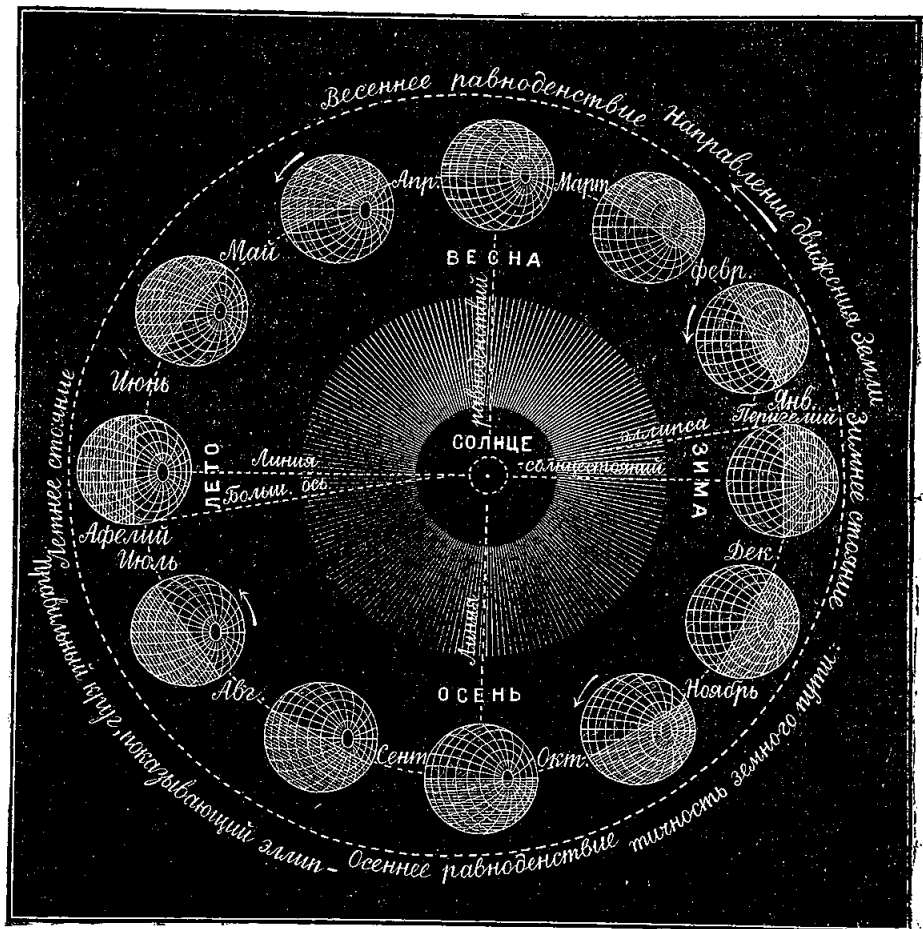


Рис. 10. Годовое движение Земли вокруг Солнца и чередование времен года.

приближения к полюсу, где, как мы уже упомянули, весь год состоит из одного дня и одной ночи, длящихся по 6 месяцев.

Вот две таблицы, показывающие продолжительность дня на различных широтах. На первой из них обозначены места от экватора до полярного круга, на второй — от полярного круга до полюса.

Широта	Наибольшая продолжительность дня		Наименьшая продолжительность дня		Широта	Наибольшая продолжительность дня		Наименьшая продолжительность дня	
	часы	минуты	часы	минуты		часы	минуты	часы	минуты
0°	12	0	12	0	40°	14	51	9	9
5°	12	17	11	43	45°	15	26	8	34
10°	12	35	11	25	50°	16	09	7	51
15°	12	53	11	07	55°	17	07	6	53
20°	13	13	10	47	60°	18	30	5	30
25°	13	34	10	26	65°	21	09	2	51
30°	13	56	10	04	66° 33'	24	00	0	00
35°	14	22	9	38					

Северные широты	Солнце не заходит приблизительно в течение следующего времени	Солнце не восходит приблизительно в течение следующего времени
66° 33'	1 суток	1 дня
70°	65 »	60 дней
75°	103 »	97 »
80°	134 »	127 »
85°	161 »	153 »
90°	186 »	179 »

В Париже наибольшая продолжительность дня равняется 15 час. 58 мин., наименьшая — 8 час. 2 мин. Но здесь не принимается в расчет влияние атмосферной рефракции, о которой речь будет еще впереди. Благодаря этой рефракции мы видим Солнце в тот момент, когда оно в действительности еще не успело появиться на горизонте, и, с другой стороны, когда оно на самом деле закатилось, мы продолжаем его видеть. Принимая в соображение это обстоятельство, мы должны сделать поправку в приведенных выше числах для Парижа: самый длинный день в Париже тянется 16 час. 7 мин., самый короткий — 8 час. 11 мин.

Благодаря действию атмосферной рефракции вовсе не представляется необходимости отправляться в полярные страны, чтобы видеть, что Солнце не заходит и что оно в полночь еще разгуживает по небу.

В Швеции и Финляндии — в местах, находящихся на 66° северной широты, — можно быть свидетелем довольно странного и необычного для нас зрелища, именно можно видеть Солнце в полночь. Приехав в Торнео, на берегу Ботнического залива, путешественники отправляются на гору Авасака, имеющую в высоту всего 227 метров; стоя здесь на вершине в день летнего солнцестояния, можно видеть Солнце в течение всей ночи.

Вернемся, однако, к движению Земли вокруг Солнца. Так как сила притяжения Солнца ослабевает с увеличением расстояния, а движение Земли регулируется именно этим притяжением, то последствием этого взаимоотношения является то обстоятельство, что земной шар движется по орбите в июле с меньшей скоростью, чем в январе.

Окружность колоссальной кривой, описываемой ежегодно земным шаром, равняется 940 миллионам километров, пробегаемых почти в 365 дн. 6 час., что составляет в среднем 107 тысяч километров в час, или 29,8 километра в секунду.

Эта скорость 1 июля уменьшается до 29,3 тысячи метров в секунду и увеличивается до 30,3 тысячи метров 1 января.

Совершив полный суточный оборот вокруг своей оси, Земля в то же время успевает передвинуться по орбите на расстояние, которое в 200 раз превышает земной диаметр. Это движение совершается с невероятной скоростью. Если бы Земля внезапно остановилась на своем пути, то произошло бы сильное согревание во всех ее пунктах и громадный пожар испепелил бы все находящееся на ее поверхности.

Подобное событие не только было бы самым замечательным в истории, но его даже нельзя было бы назвать историческим, так как никто из людей не остался бы в живых, никто поэтому не мог бы ничего рассказать о нем.

Часть кривой, которую описывает Земля от весны до осени, длиннее, чем противоположная часть, то есть, чем кривая, показывающая направление от осени к весне. Весна и лето в общем длятся дольше, чем осень и зима, тем более что сама Земля движется летом по своей орбите несколько медленнее, чем зимой.

Относительная продолжительность различных времен года выражается для северного полушария Земли следующими числами:

Весна . . . . .	92,9 дня	Осень . . . . .	89,7 дня
Лето . . . . .	93,6 »	Зима . . . . .	89,0 »

Астрономические времена года начинаются во время равноденствий и солнцестояний, то есть 21 марта, 22 июня, 23 сентября и 22 декабря (по новому стилю). Математически эти числа должны, собственно, выражать середину данного времени года, так как с 22 июня дни начинают делаться короче, а с 22 декабря они становятся длиннее. Наоборот, температура продолжает повышаться после солнцестояния в июне и падать после солнцестояния в декабре. Максимальная температура наблюдается в середине июля, а минимальная — 12—13 января. В течение дня макси-

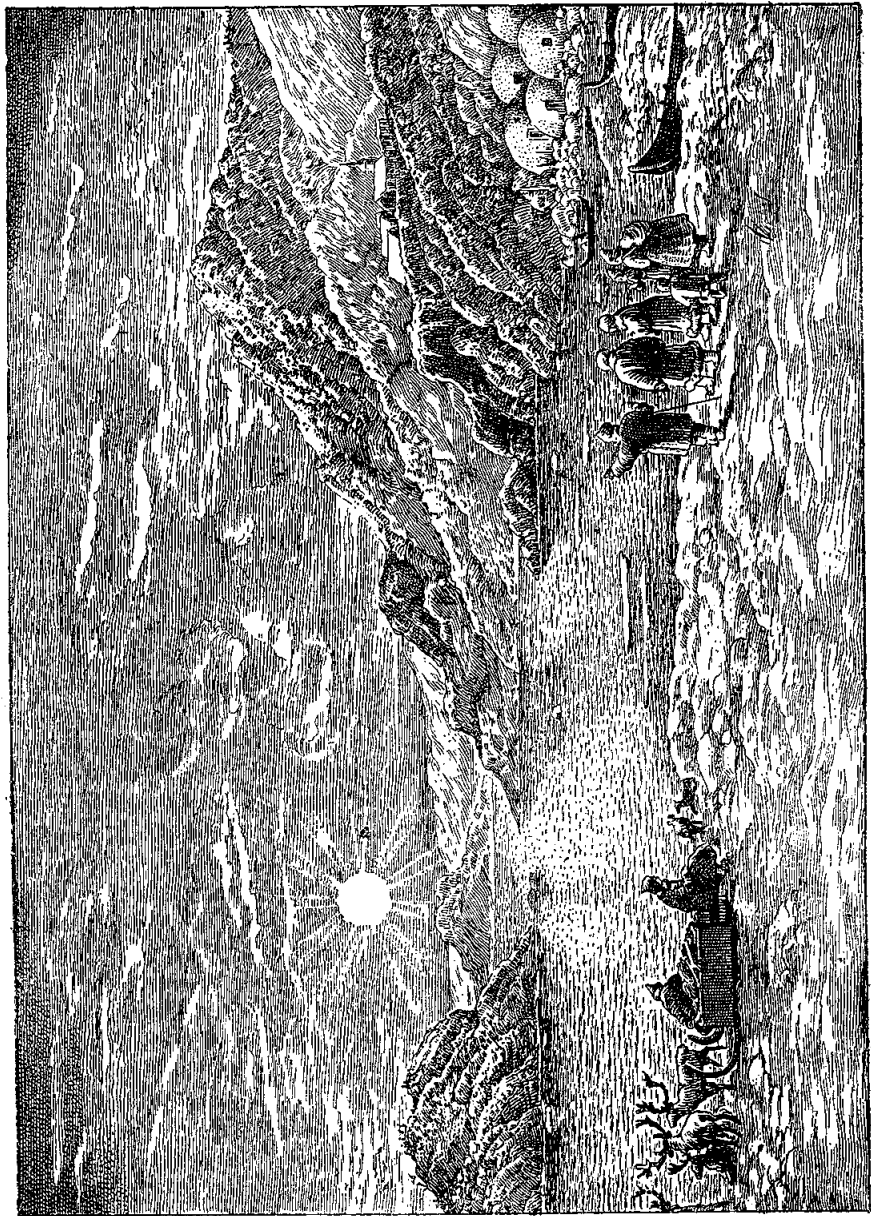


Рис. 11. Полночное солнце в Аवासансе 21 июля.

мум температуры замечается приблизительно в 2 часа пополудни, а минимум в 4 часа утра.

Если мысленно продолжить земную ось до самого небесного свода, то в точке пересечения получится полюс, или пункт, около которого происходит кажущееся вращение звездного неба в направлении, противоположном вращению Земли. Звезда, наиболее близкая к этому пункту, получила название Полярной звезды.

Те звезды, которые находятся на меньшем расстоянии от полюса, чем этот последний от горизонта, никогда не закатываются. Главнейшие из этих звезд мы обозначили на рис. 12. Эта маленькая небесная карта нам будет очень полезна: прежде всего, она нам может показать вращение звездного неба около полюса, затем она нам поможет запечатлеть в памяти формы созвездий, которые постоянно видимы в наших широтах.

Чтобы не усложнять на первых порах рисунка, мы выбрали только те светила, которые легче всего бросаются в глаза.

Тут легко можно различить следующие созвездия: Малую Медведицу, которая находится на очень близком расстоянии от полюса; Большую Медведицу, составленную из семи крупных звезд; созвездия Цефея, Кассиопеи, Персея, Жирафа.

Впоследствии мы ближе познакомимся с этими созвездиями, как и со многими другими, но для наших читателей было бы весьма полезно сейчас же попытаться найти эти созвездия на небе, глядя на север в первый же безоблачный вечер.

Все, что парисовано на маленькой карте (рис. 12), вращается вокруг полюса в направлении, указанном стрелками, положение которого нужно хорошо запомнить. Карта представляет собой картину неба в декабре около полуночи. На карте видны созвездия:

- |                       |               |             |
|-----------------------|---------------|-------------|
| 1. Большая Медведица. | 4. Цефей.     | 7. Жираф.   |
| 2. Дракон.            | 5. Лебедь.    | 8. Персей.  |
| 3. Малая Медведица.   | 6. Кассиопея. | 9. Капелла. |

Точно такой же вид имеет небо в марте около 6 часов вечера, в июне в полдень и в сентябре около 6 часов утра <sup>1</sup>.

Картина неба меняется беспрестанно. Расположение созвездий, показанное на нашем рисунке, спустя час станет другим: Большая Мед-

<sup>1</sup> Принято обозначать звезды, входящие в состав созвездий, начальными буквами греческого алфавита. Те из наших читателей, которые с этим алфавитом не знакомы, несомненно, представляют себе, что за этими странными буквами скрывается нечто чрезвычайно трудное для понимания, на самом же деле тут ничего трудного нет; в течение 10 минут каждый может выучить эти наважия, которые мы и приводим здесь.

α — альфа	η — эта	υ — ни	τ — тау
β — бета	θ — тета	ξ — кси	ο — ипсилон
γ — гамма	ι — иота	ο — омикрон	φ — фи
δ — дельта	κ — каппа	π — пи	χ — хи
ε — эпсилон	λ — ламбда	ρ — ро	ψ — пси
ζ — дзета	μ — ми	σ — сигма	ω — омега

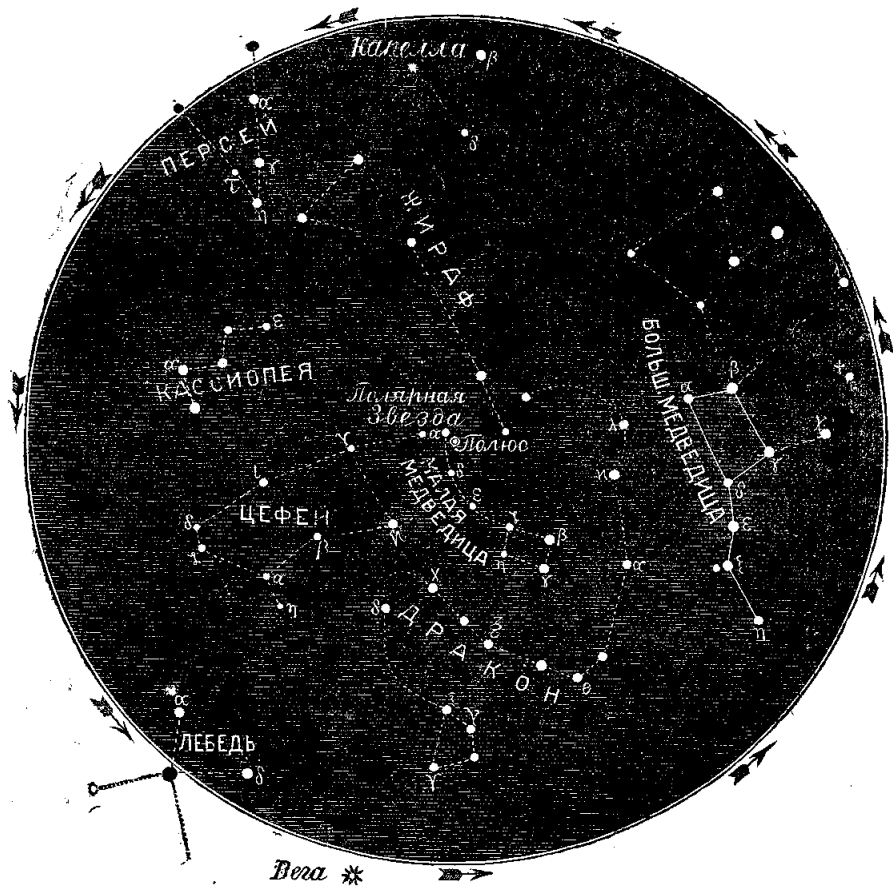


Рис. 12. Звезды, которые окружают Северный полюс и никогда не заходят на небе СССР.



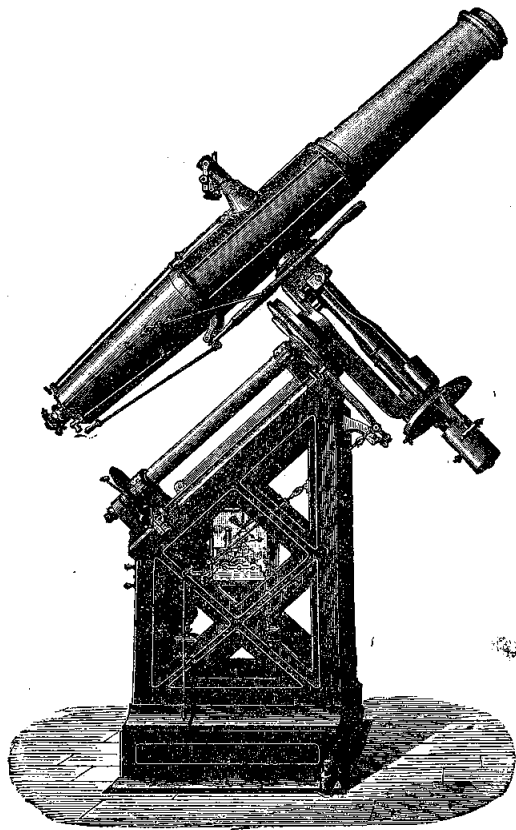


Рис. 13. Экваториал — обычный вид телескопа.

который делит небо на две равные части. Появившись на востоке, звезды медленно поднимаются по небу, доходят до кульминационного пункта и затем начинают опускаться, — точь-в-точь, как это проделывает каждый день Солнце.

Каждая обсерватория имеет так называемый экваториальный телескоп, который с помощью часового механизма может вращаться в плоскости, параллельной экватору. Направленный на одну какую-нибудь звезду, экваториальный телескоп, или экваториал, перемещается вместе с ней, следуя по пути ее суточного движения. Астроном ни на секунду не теряет из виду наблюдаемого светила, как будто Земля перестала двигаться.

ведица подымется несколько выше, через 2 часа она будет находиться еще выше, а еще через 6 часов она займет высшее место на небесном своде. Достигнув кульминационного пункта, Большая Медведица начинает медленно опускаться вниз, и если ночь длится довольно долго, то ее можно видеть 6 часов спустя в другой части неба, где она занимает место, как раз противоположное тому, которое она занимала 12 часов тому назад. Таким образом, по положению ее на небе, при известном навыке, легко можно определить ночью время, не прибегая к часам. Большая Медведица никогда не опускается ниже горизонта, что было замечено еще древними, — об этом говорят Гомер и Овидий.

Все звезды, совершающие полный оборот вокруг полюса в 23 час. 56 мин. в направлении, противоположном суточному вращению Земли, один раз в сутки проходят через меридиан, то есть воображаемый круг, который мысленно проводится с севера на юг и

Одиннадцать главных движений Земли

Кроме суточного вращения вокруг оси и годичного вокруг Солнца, Земля совершает еще другие движения.

Прежде всего ось вращения, продолжение которой в пространстве пересекает небесный свод в точке, называемой полюсом, не пребывает абсолютно в одном и том же положении. Эта ось медленно перемещается, описывая коническую фигуру, точно волчок, который, кружась по паркету, наклоняет свою ось то в одну, то в другую сторону и таким образом чертит в воздухе фигуру, имеющую форму конуса, обращенного вверх основанием, или же форму обыкновенной воронки.

Такое перемещение земной оси совершается в течение тысячелетий; небесный полюс не есть, таким образом, неподвижная точка: он меняет свое положение параллельно с перемещением земной оси в пространстве. Поэтому название Полярной звезды не может носить только одно какое-нибудь светило.

В настоящее время Полярной звездой называется звезда  $\alpha$  в созвездии Малой Медведицы, потому что она находится на самом близком расстоянии от небесного полюса. Это расстояние будет последовательно уменьшаться вплоть до 2105 года; с этого момента небесный полюс начнет удаляться от нее и займет теперешнее положение по отношению к ней только через 26 тысяч лет.

За 6 тысяч лет до начала нашей эры небесный полюс занимал место возле звезды четвертой величины, именно  $\vartheta$  созвездия Дракона. Передвигаясь, с течением времени полюс удалялся от нее все больше и больше, так что в 2700 году Полярной звездой сделалась  $\epsilon$  Дракона, затем  $\alpha$  этого же созвездия, еще позже полюс переместился влево, заняв место между  $\beta$  Малой Медведицы и  $\kappa$  Дракона.

Около 800 года полюс занял приблизительно то положение, которое он сохраняет теперь. В 3500 году после нашей эры Полярной звездой сделается  $\gamma$  Цефея, в 6000 году небесный полюс будет находиться между  $\beta$  и  $\tau$  Цефея; в 7400 году он приблизится к  $\alpha$  этого созвездия; в 13600 году полюс близко подойдет к одной из самых блестящих

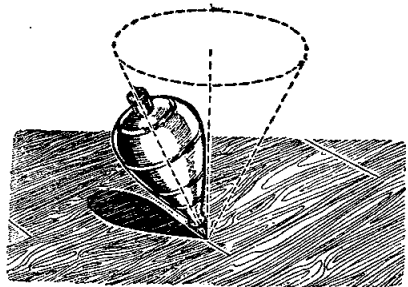


Рис. 14. Земная ось описывает в пространстве конус, подобно волчку.

звезд нашего неба, именно к Веге в созвездии Лиры. Это светило будет считаться Полярной звездой для грядущих поколений, как оно уже было в этой роли 14 тысяч лет назад.

Параллельно с перемещениями полюса картина неба принимает другой вид. Несколько тысяч лет назад, например, Южный Крест был видим в Европе, через несколько тысяч лет блестящий Сириус исчезнет с европейского горизонта. Многие созвездия южного неба виднелись у нас в течение нескольких веков, затем исчезали, и, наоборот, наши северные светила перекочевывали в южное полушарие, где оставались в течение довольно продолжительного времени.

Сколько событий совершилось на Земле, в то время как небо медленно меняло свой вид под влиянием вековых перемещений земной оси! То место на небесном своде, которое занимает теперь полюс, он занимал в последний раз 26 тысяч лет назад! В то время ни одно из существующих теперь капиталистических государств, которые оспаривают друг у друга первенствующее значение, не существовало. Люди, конечно, уже были и тогда, но находились на весьма низкой ступени развития; это была, по всей вероятности, эпоха каменного века.

Какие изменения произойдут на Земле за такой же огромный промежуток времени, когда небесный полюс, перемещаясь постепенно, снова придет в то положение, какое он занимает теперь? От теперешних наций не останется и следа. Другие народы будут населять Землю; одинокий путешественник, блуждая по берегам Сены, остановится только перед кучей развалин, отыскивая то место, где возвышался великодушный мировой город. Может быть, ему будет так же трудно определить в точности размеры и местонахождение знаменитого когда-то столичного центра, как теперь археологу-историку, который старается найти расположение Фив или Вавилона!

Следствием упомянутого выше движения земной оси является то обстоятельство, что звезды постоянно меняют свое положение; они даже в течение 2 лет подряд не остаются на одном и том же месте. Астрономические карты должны поэтому подвергаться сравнительно довольно частым поправкам и переделкам. Так, карты звездного неба, заготовленные в 1860 году, устарели для 1880 года, а приведенные в порядок к этому году подлежат новому пересмотру через 20—25 лет. С помощью точных математических вычислений можно всегда определить на какое угодно число лет вперед или назад положение каждого светила на небосклоне.

Эти перемещения, как мы уже упомянули, только кажущиеся; на самом деле изменяется с течением веков только положение Земли, которая совершает в течение столь долгого времени косвенное движение вокруг себя, противоположное ее суточному вращению. Это движение обуславливается притягательным действием Солнца и Луны на экваториальные части Земли. Если бы Земля была совершенно кругла, как шар, то этого движения земной оси не существовало бы; но Земля, как известно, сплюснута на полюсах и выпукла на экваторе.

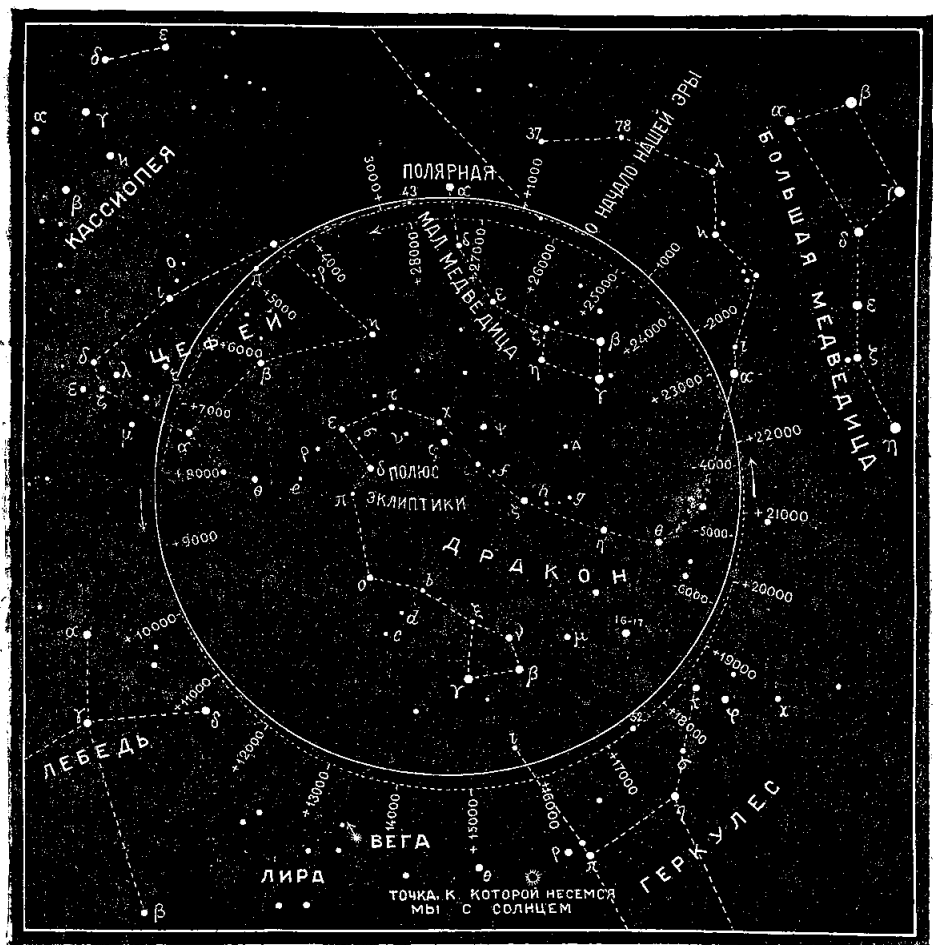


Рис. 15. Вековые перемещения полюса, начиная с 6000 года до нашей эры до 28000 года нашей эры. Полный оборот совершается в 26 тысяч лет.

Итак, мы теперь имеем дело с третьим движением нашей планеты, которое обуславливает собой предварение равноденствий: весеннее равноденствие ежегодно наступает несколько ранее, чем Земля успеет совершить полный оборот вокруг Солнца.

Звезды, расположенные по пути кажущегося годового движения Солнца, были разделены в древности на 12 групп, получивших название созвездий зодиака. Первое созвездие, в котором Солнце находилось в момент равноденствия 2 тысячи лет назад, было известно под названием Овна; за ним следуют Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей и Рыбы.

Весеннее равноденствие совершается теперь в созвездии Рыб, но скоро перейдет в созвездие Водолея.

В начале нашей эры равноденствие наступало, как мы уже упомянули, тогда, когда Солнце находилось в созвездии Овна; на 2 150 лет ранее созвездием равноденствия считался Телец.

Около этого времени, то есть свыше 4 тысяч лет назад, первые наблюдатели, по всей вероятности, и установили деление звездного неба на зодиакальные группы, потому что во многих древних мифах Тельцу приписывается такое же благотворное влияние на весеннее возрождение Земли, как и Солнцу.

Звезды Тельца, именно Плеяды, были для древних египтян, китайцев и даже для первых греков равноденственными звездами.

Мы переходим теперь к четвертому движению Земли.

Земной шар несколько меняет свое положение в пространстве под влиянием Луны. Земля и Луна вращаются вместе вокруг общего центра тяжести. Луна весит в 81 раз меньше, чем Земля, а общий центр тяжести в 81 раз ближе к центру Земли, чем к центру Луны, расстояние между которыми равняется 384 400 километрам.

Во время новолуния Луна находится между нашей планетой и Солнцем, мы поэтому перемещаемся немного ближе к этому последнему; наоборот, во время полнолуния мы немного удаляемся от него. Когда Луна находится в первой четверти, мы запаздываем, удерживаемые нашим спутником, как уздой; когда она находится в последней четверти, мы несемся быстрее: Луна притягивает Землю, находясь впереди нее.

Результатом этого влияния являются кажущиеся изменения в величине и положении Солнца. Во время новолуния Солнце нам кажется больше, чем в полнолуние; кроме того, за время, которое протекает между первой и последней фазами Луны, Солнце как будто оставляет свое место, передвинувшись на  $\frac{1}{290}$  часть своего диаметра.

Рассмотрим пятое движение Земли.

Ось, около которой совершается суточное вращение, медленно передвигается в пространстве, совершая полный оборот, как мы видели, в 26 тысяч лет и вызывая этим последовательное предварение равноденствий; но Луна заставляет эту ось проделывать еще одно маленькое вращатель-

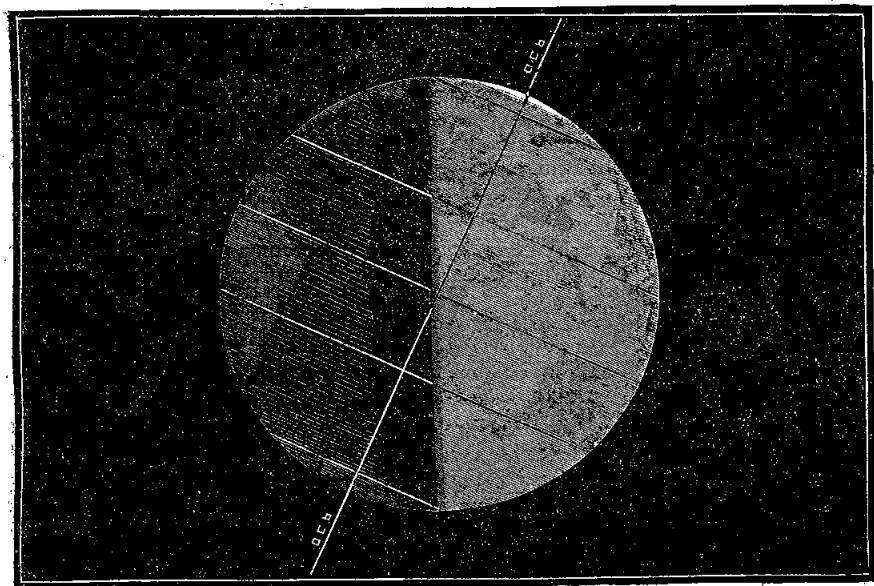


Рис. 16. Наклон земной оси.

ное движение, благодаря чему она описывает на небосклоне маленький эллипс, имеющий 18 дуговых секунд в длину и 14 в ширину; этот эллипс вытянут к полюсу эклиптики, и ось совершает полный оборот в 18,5 года.

Несмотря на микроскопичность этого движения, которое на астрономическом языке называется нутацией, влияние его все-таки сказывается на видимом расположении звезд в пространстве.

Шестое движение Земли заключается в следующем.

Плоскость земного экватора наклонена под углом в  $23^{\circ} 27'$  к плоскости, в которой она движется вокруг Солнца и которая называется плоскостью эклиптики.

Мы вращаемся, так сказать, косо, но это «косое направление» с течением веков также изменяется.

За тысячу лет до нашей эры китайские астрономы определили наклон экватора в  $23^{\circ} 54'$  (мы скоро объясним, что, собственно, значат эти цифры).

За 350 лет до нашей эры Питеас, измеряя этот наклон, нашел, что он составляет  $23^{\circ} 49'$ . В настоящее время он еще меньше и продолжает уменьшаться на  $47''$  в течение каждого столетия.

Если бы это уменьшение наклона земной оси совершалось регулярно, то через 177 тысяч лет ось земного шара приняла бы перпендикулярное положение, а это имело бы своим последствием то, что люди имели бы удовольствие наслаждаться вечной весной!

Но этого никогда не будет, потому что уменьшение наклона экватора имеет свои границы: уменьшившись на  $2^{\circ} 37'$ , угол, под которым наклонен экватор, снова начинает увеличиваться, пока через несколько тысячелетий не дойдет до своего предела —  $22^{\circ} 37'$ , тогда он снова начинает уменьшаться.

В течение XIX столетия наклон экватора изменялся следующим образом:

1800 год . . . . .	$23^{\circ}27'56''$	1880 год . . . . .	$23^{\circ}27'17''$
1850 » . . . . .	$23^{\circ}27'31''$	1890 » . . . . .	$23^{\circ}27'13''$
1870 » . . . . .	$23^{\circ}27'22''$	1900 » . . . . .	$23^{\circ}27'9''$

Благодаря этим изменениям кривая, изображающая перемещение небесного полюса в течение десятков тысяч лет (рис. 15), имеет, собственно говоря, не форму круга, а форму спирали, завитки которой то уменьшаются, то увеличиваются. Эта спираль напоминает собой часовую пружину, которая то сжимается, то выпрямляется. Говоря точнее, мы должны были бы сказать, что в действительности изменяется не положение земной оси, а положение эклиптики в пространстве. Под действием притяжения Земли планетами плоскость ее движения около Солнца несколько колеблется, отчего меняется угол между ней и экватором.

Вот новая неправильность в движении Земли!

Земной шар, который нам кажется таким громадным и тяжелым, отзывается, как мы видим, на самые слабые внешние влияния.

Но перечисленные уклонения Земли еще не все.

Мы видим, что орбита Земли, то есть путь, описываемый ею вокруг Солнца, имеет форму эллипса. Но оказывается, что этот эллипс не представляет собой чего-то постоянного, — он то удлиняется, то укорачивается<sup>1</sup>.

В настоящее время эксцентриситет орбиты составляет 0,0168; 100 тысяч лет назад он равнялся 0,0473, а через 2 400 лет будет наблюдаться минимум эксцентриситета, именно всего 0,0033, тогда орбита Земли по своей форме будет весьма походить на круг, но с этого момента начнется обратное явление, и эллипс начнет снова удлиняться.

Это изменение вытянутости орбиты можно причислить к седьмому движению, совершаемому Землей.

Ее восьмое движение, вызываемое влиянием окружающих планет,

<sup>1</sup> Степень вытянутости эллипса называется эксцентриситетом. Чем больше вытянутость эллипса, тем больше это число, вообще говоря, дробное; для круга эксцентриситет равен нулю и для бесконечно растянутого эллипса (кривой, называемой параболой) равен единице. — *Прим. ред.*

состоит в том, что большая ось земной орбиты, так называемая линия абсид, которая тянется от перигелия к афелию, изменяет свое направление.

За 4 тысячи лет до нашей эры Земля находилась в перигелии 23 сентября, то есть в день осеннего равноденствия.

В 1250 году Земля проходила этот пункт в день зимнего солнцестояния, то есть 22 декабря.

В ту эпоху наши зимы (северного полушария) приходились на то время, когда Земля находилась в точке эллипса, наиболее близкой к Солнцу, и поэтому зимы были менее суровы, чем могли быть; наоборот, лето было менее жарким, чем теперь, так как оно наступало тогда, когда Земля находилась в той части орбиты, которая была наиболее удалена от Солнца.

Теперь Земля приходит в перигелий 2 января. Наши зимы имеют стремление делаться все более холодными, а наши лета все более жаркими. В 11900 году эта тенденция достигнет своего кульминационного пункта, — на этот год в северном полушарии Земли выпадет такая суровая зима, какую только можно себе представить, и самое знойное лето<sup>1</sup>.

Ко всем этим осложнениям надо прибавить то, которое является следствием взаимного притяжения различных планет, окружающих Землю.

Небесные тела, как известно, следуют закону всемирного тяготения, то есть их взаимное притяжение прямо пропорционально массе и обратно пропорционально квадрату расстояния.

Юпитер, находящийся от нас на расстоянии, изменяющемся примерно от 591 до 965 миллионов километров, заставляет Землю несколько уклоняться в сторону от предначертанного пути. Правда, это уклонение ничтожно, иногда составляет всего несколько километров, но Земля все-таки должна сделать этот маленький крюк, как и многие другие, которые вызываются притяжением других планет — Венеры, Сатурна, Марса — и многих других небесных светил, более удаленных и менее крупных.

Это девятое, очень сложное движение Земли известно под именем возмущений.

Когда все планеты находятся по одну сторону Солнца, то благодаря их совокупному притяжению Солнце принуждено изменить несколько свое положение; вследствие этого центр тяжести солнечной системы, не совпадающий с центром солнечного шара, переместится, а так как Земля тяготеет только к этому центру тяжести, то перемещение его отражается соответственным образом на движении Земли.

Это есть десятое усложнение движения нашей планеты вокруг Солнца.

Мы забросали читателя специальными терминами и деталями с самого начала книги и поэтому несколько опасаемся попасть в положение известного ученого Берту, который читал на заседании Французской академии наук свой скучный доклад.

---

<sup>1</sup> Конечно, так будет лишь в среднем для всего северного полушария Земли в целом, а не для отдельных местностей. — *Прим. ред.*



Пусть только читатели не последуют примеру почтенных академиков, слушавших доклад. Один из них, утомленный сухим и скучным изложением, написал на бумажке следующее четверостишие:

Когда Берту наш излагает  
Свои ученые труды,  
Счастливым тот себя считает,  
Кто может во-время уйти!

Эту записку он передал своему соседу и скрылся. Тот сделал то же самое. Записка пошла по рукам, и через некоторое время зал опустел. Остались только президент и секретари, которые по долгу службы были пригвождены к своим стульям.

Мы по необходимости должны были набросать в общих чертах картину всех движений, совершаемых Землей. Термины, оставшиеся не совсем еще понятными, будут объяснены нами более подробно в последующих главах.

Но мы еще не покончили со всеми движениями нашей планеты; осталось еще одно — одиннадцатое, которое имеет большее значение, чем все предыдущие, вместе взятые.

Солнце не остается неподвижным в пространстве: оно движется и увлекает за собой всю планетную систему.

Когда мы мчимся в поезде железной дороги, то все, что мы видим на пути, кажется бегущим нам навстречу — и деревья, и камни, и дома, и холмы, и целые деревни.

То же самое явление наблюдается на звездном небе. Небесные светила движутся, как кажется, по направлению к какому-то месту, находящемуся позади нас, они бегут постоянно, и звезды созвездий, находящиеся перед

нами, как будто расступаются, точно дают нам дорогу.

На самом деле мчится Солнце, а с ним Земля и все планеты, держа путь туда, где находится созвездие Геркулеса. Скорость этого движения равна 20 километрам в секунду.

Надо заметить, что с тех пор, как Земля существует, она не сделала двух оборотов вокруг Солнца, совершенно тождественных друг другу: каждый новый оборот совершается по новому пути в мировом пространстве по отношению к звездам.

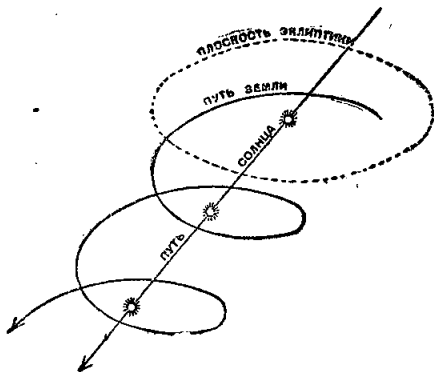


Рис. 17. Передвижение Земли в пространстве по спиральной линии.

Как же совершается движение планетной системы по направлению к Геркулесу?

Все планеты и спутники их движутся в плоскостях, образующих небольшие углы с плоскостью эклиптики. Теперь является вопрос, каким образом солнечная система передвигается в пространстве, направляясь к созвездию Геркулеса? Совершается ли это движение в «горизонтальном направлении», «вертикальном» или «наклонном»?

Говоря условно, что эклиптика находится в горизонтальной плоскости, а полюс ее в вертикальной, мы можем начертить схему «падения» Земли в пространстве.

Направление движения солнечной системы в пространстве показывает стрелка. Мы падаем плашмя, то есть не «вертикально», но и не «горизонтально», а по «наклонной плоскости», образующей с полюсом эклиптики угол в  $38^\circ$ , мы летим, точно коршун, который описывает в воздухе огромные спиральные линии, прежде чем броситься на добычу.

Таким образом, главнейшими движениями, совершаемыми Землей, являются:

1. Суточное вращение вокруг оси.
2. Годовое обращение вокруг Солнца.
3. Предварение равноденствий.
4. Месячное движение вокруг общего центра тяжести Земли — Луны.
5. Нутация.
6. Колебание эклиптики.
7. Изменения эксцентриситета орбиты, или перемещение ее центра.
8. Перемещение перигелия.
9. Изменения в положении центра тяжести солнечной системы.
10. Планетные возмущения.
11. Передвижение солнечной системы относительно звезд.

Эти предварительные сведения представляют собой главный фундамент современной астрономии. Усвоив себе их, мы можем сказать, что сделали первый, хотя и самый трудный, шаг к познанию вселенной.



## Земля как планета

Теоретические и практические доказательства вращения Земли. —  
Жизнь на Земле.

«Мудрец ничего не утверждает, чего не может доказать», говорит старинная пословица.

Астрономия принадлежит к числу самых точных наук. Все истины, добытые ею, проверены строжайшим образом, их может оспаривать только тот, кто не дал себе труда (скорее, удовольствия) разобраться в главнейших основах этой удивительной науки.

«Астрономы напрасно трудятся, — писал в 1815 году член Французской академии наук Мерсье, человек, не лишенный ума и таланта, — они меня никогда не убедят, что я верчусь, как пыленок на вертеле».

Я и теперь знаю многих людей, повидимому образованных, которые сомневаются в движении Земли и утверждают, что астрономы могут ошибаться, что система Коперника не лучше доказана, чем система Птолемея, и что наука будущего разобьет наши представления об окружающем, как современная наука разбила миросозерцание древних.

Подобные рассуждения показывают, что эти люди никогда серьезно не брались за основательное изучение того, что они с такой легкостью бросают за борт.

Во всяком случае интересно знать те положительные доказательства вращения Земли, которыми располагает наука.

О том, что Земля представляет собой шар, мы не будем, конечно, распространяться, каждый знает это из элементарной географии и помнит, конечно, что еще 300 лет назад были сделаны кругосветные путешествия различными мореплавателями.

Самое главное затруднение для тех, кто и в настоящее время скептически относится к движению Земли, состоит в том, что они никак не могут представить себе, каким образом Земля может держаться в пространстве без всяких подпорок, почему она не падает.

Мы упоминали уже, что в древности представляли себе Землю покоящейся на твердом основании; одни думали, что она лежит на громадных столбах, другие говорили, что ее поддерживают четыре слона, слоны стоят на спине огромной черепахи, а черепаха плавает в море. Некоторые утверждали, что Земля проткнута насквозь громадной железной осью, которая вертится в гнездах, устроенных в тверди небесного свода.

В основе всех этих фантастических воззрений лежит ложное понятие о том, что такое тяжесть.

Тяжестью называется притяжение, влекущее каждый предмет к центру Земли. Земной шар притягивает к себе все, как магнит. Таким образом, опасение, будто Земля может куда-то упасть, если не обладает надлежащими подпорками, не имеет никакого логического смысла. Куда, в самом деле, упадет Земля? Вниз? Но низ по отношению к нам — это центр Земли. В пространстве нет ни низа, ни верха. Солнце, Луна, звезды — все эти огромные шарообразные светящиеся массы — плавают в необъятном, безбрежном пространстве без всяких подпорок и подставок; точно таким же образом носится в пространстве Земля.

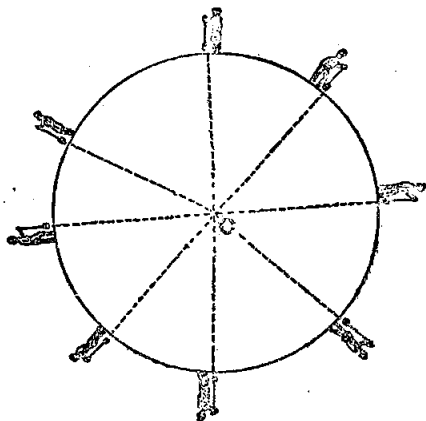


Рис. 18. На всем земном шаре падающие тела направляются к его центру.

Вернемся к движению нашей планеты. Мы видим, что все небесные светила вращаются вокруг Земли в 24 часа. Истинное это движение или кажущееся? Передвигаются светила, или передвигается Земля? В том и другом случае мы будем видеть одно и то же.

Представим себе человека, который родился в лодке, находящейся в постоянном движении, вырос и воспитался в ней, ни разу не сходя на берег. Он привык видеть, что береговая земля и предметы, находящиеся на ней — деревья, дома, скалы и т. д., — бегут в направлении, противоположном движению лодки; такому человеку ни за что в мире нельзя будет доказать непосредственно, что то, что он видит, есть в действительности обман чувств. Он, может быть, согласится с этим, но только после продолжительного размышления.

Каким же образом мы, мореплаватели безвоздушного океана, сидящие на большом прочном корабле, именуемом Землей, каким образом убедимся мы, что движение звездного неба, замечаемое нами, есть фикция, мираж, обман зрения?

Мы видим, что Солнце ежедневно в течение суток делает полный оборот вокруг Земли. В течение этого времени Солнце, находящееся от Земли на расстоянии 150 миллионов километров, должно было бы пробегать колоссальное расстояние — более 900 миллионов километров, — чтобы только раз обойти вокруг Земли.

Так как это расстояние нужно сделать в 24 часа, то Солнце должно лететь со скоростью  $37\frac{1}{2}$  миллионов километров в час, или около 620 тысяч километров в минуту, или же около 10 тысяч километров в секунду.

Вообще Солнце должно было бы в этом случае пройти в один день то расстояние, которое земной шар пробегает в целый год.

Кроме того, нужно принять во внимание, что Солнце по объему в 1 300 тысяч раз больше Земли.

Верность всех этих цифровых данных стоит вне всяких сомнений: все измерения были сделаны с помощью так называемой триангуляции, и приведенные выше расстояния так же точны, как измеренное в километрах расстояние между Парижем и Римом.

Стоит посмотреть на рис. 19, на котором нарисованы относительные величины обоих небесных тел — Солнца и Земли, — чтобы убедиться в логической невероятности и физической невозможности движения гигантского солнечного шара вокруг такой ничтожной песчинки, как наша Земля.

Планеты, расстояние которых от Земли вычислено с математической точностью, также принимают участие в суточном движении неба. Сатурн, в 9,5 раза более удаленный от нас, чем Солнце, был бы принужден, для того чтобы обернуться один раз вокруг Земли в 24 часа, описать окружность в 8 миллиардов километров, то есть пробегать около 80 тысяч километров в секунду.

А звезды? Ближайшая из них отстоит от нас на расстоянии 40 миллиардов километров. Чтобы сделать круг около Земли в сутки, она должна была бы описать окружность длиной в 240 миллиардов километров, мчаться круглым счетом со скоростью 3 миллиардов километров в секунду.

Такую скорость принуждена была бы развить звезда, которая ближе всего к нам.

Что же остается сказать о множестве других звезд, от которых нас отделяют такие колоссальные расстояния, что человеческий ум может лишь с большим трудом составить себе отдаленное представление о них?

Немыслимо допустить, что вся эта необъятная масса миров, из которых каждый в несколько миллионов раз больше Земли, вертится вокруг нашей пылинки, вокруг нашего микроскопического шарика.

Гораздо проще и естественнее предположить, что Земля вращается вокруг самой себя, делая полный оборот в 24 часа. Окружность экватора равняется 40 тысячам километров, таким образом, каждая точка на экваторе пробегает в секунду 465 метров, а для Парижа эта скорость составляет 305 метров в секунду; она делается все меньше и меньше по мере приближения к полюсу.

Но существуют многие явления, которые прямо подтверждают вращение Земли. Так, например, известно, что на экваторе все тела на  $\frac{1}{289}$  часть своего веса легче, чем на полюсе. Это можно объяснить действием центробежной силы, которая развивается при вращении Земли. На экваторе, где Земля наиболее выпукла, центробежная сила проявляется больше всего, на полюсах, где Земля сплюснута и где вращения почти не существует, центробежная сила равняется нулю.

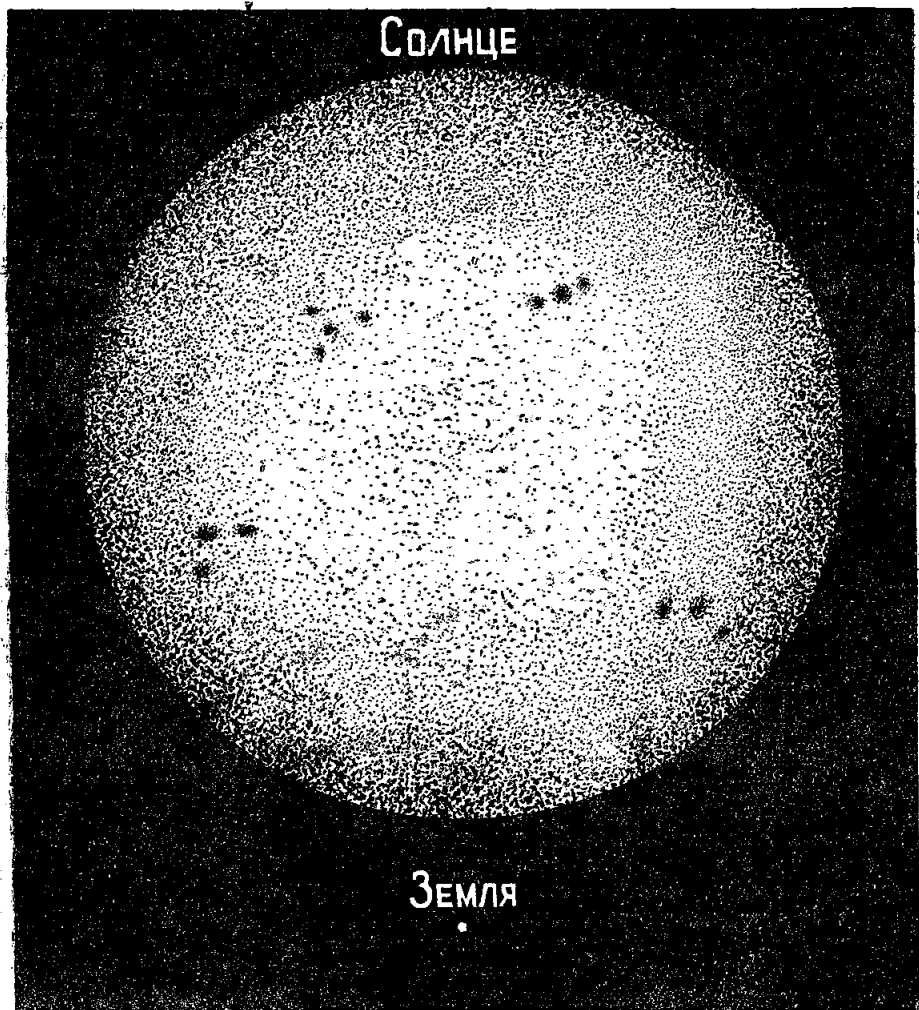


Рис. 19. Сравнительная величина Солнца и Земли.

Камень, падающий в Париже с пятого этажа, пробегает в первую секунду своего падения 4,90 метра; на полюсе, где центробежная сила отсутствует, падение совершается быстрее, именно составляет 4,92 метра в секунду. На экваторе, где центробежная сила достигает своей наибольшей величины, скорость падения меньше; она равняется 4,89 метра в секунду.

Эта разница в скоростях обусловлена вращением Земли, с одной стороны, и несколько сплюснутой формой ее — с другой.

Если бросить металлический шарик в глубокий колодец, то он не падает вниз по вертикальной линии, а отклоняется несколько к востоку. Это отклонение, которое в различных широтах различно (в шахтах Фрейбурга оно составляет 28 миллиметров на каждые 152 метра глубины, на экваторе — 33 миллиметра на каждые 100 метров глубины), объясняется опять-таки только вращением Земли: внутренние части Земли движутся медленнее, чем внешние; в центре Земли вращательное движение равняется нулю; поэтому шарик в глубине колодца и отклонился несколько в сторону, — скорость вращения Земли там немного меньше.

Вращение Земли было доказано самым наглядным образом классическим опытом, сделанным Фуко в 1851 году в Париже. В одном из отделений Пантеона был укреплен на потолке длинный металлический стержень — маятник длиной в 68 метров, оканчивающийся железным шаром весом в 30 килограммов. К шару с нижней стороны был прикреплен маленький штифтик, назначение которого состояло в том, чтобы чертить по кругу, усыпанному песком, линии, отмечающие движение маятника.

Маятник пустили в ход. Что же случилось? Спусти сутки весь круг оказался изборозженным линиями, которые пересекались в центре. Плоскость колебаний маятника не изменилась нисколько, изменялось беспрестанно только положение Земли, вращающейся вокруг своей оси.

Перейдем теперь к доказательствам движения Земли вокруг Солнца.

Прежде всего нужно заметить, что все планеты движутся вокруг Солнца, Земля есть планета и поэтому не должна составлять исключения в этом отношении. Древние астрономы твердо верили в неподвижность Земли; чтобы объяснить видимое движение известных им пяти планет — Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна, — они придумали чрезвычайно замысловатую теорию мироздания, согласно которой звездное небо состояло из 72 хрустальных шаров, вставленных один в другой.

Эта теория была так сложна и запутана, что испанский король — астроном XIII века — Альфонс Кастильский однажды воскликнул: «Если бы бог при сотворении мира призвал бы меня в качестве советника, то я позволил бы себе дать ему несколько указаний относительно того, как нужно построить вселенную по более простому плану!» Эта непочтительная фраза обошлась королю очень дорого: он поплатился за нее своей короной.

Открытые впоследствии планеты — Уран, Нептун и многие другие, находящиеся между Марсом и Юпитером, — как доказано, вращаются

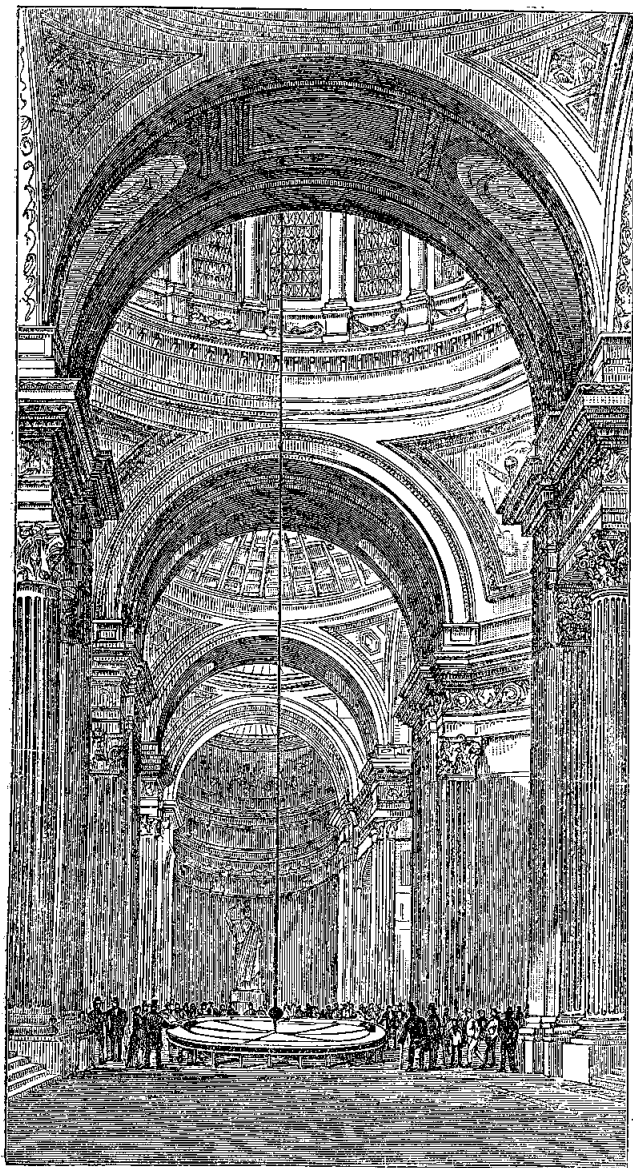


Рис. 20. Опыт, доказывающий вращение Земли.  
Произведен Фуко в Париже, в здании Пантеона.



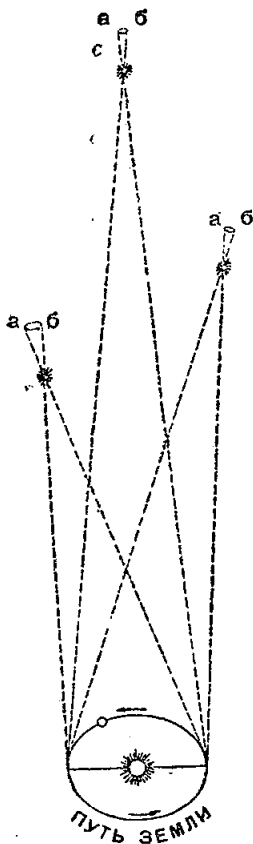


Рис. 21. Малые эллипсы, описываемые звездами на небе вследствие годичного обращения Земли вокруг Солнца.

вокруг Солнца. Солнечная система представляет собой, таким образом, целую семью, главным центром и руководителем которой является могущественный властелин — Солнце.

Но это еще не все. Наблюдая какую-нибудь из ближайших к нам звезд и в то же время одну из наиболее удаленных, можно заметить, что первая в противоположность второй не остается неподвижной, а описывает в течение года маленький эллипс в направлении, противоположном тому, по которому совершается движение Земли вокруг Солнца. По этим маленьким эллипсам и нашли возможность измерять расстояния, отделяющие нас от звездного мира.

До Коперника, Галилея и Тихо де Браге, когда наблюдение звезд не было еще достаточно точным, кажущаяся неподвижность звезд была главным аргументом (доказательством) в пользу непризнания движения Земли вокруг Солнца.

Теперь этот аргумент вместе с прочими считается давно опровергнутым.

Далее, доказательством движения нашей планеты вокруг Солнца служит явление, известное под именем «абберации света». Сущность этого явления состоит в следующем. Свет, исходящий от звезд, распространяется со скоростью, которая в 10 тысяч раз превышает скорость движения Земли по орбите. Если бы Земля стояла неподвижно, то лучи света достигали бы нас по прямым линиям, без всякого отклонения. Но этого на самом деле не замечается.

Наше положение на земном шаре весьма напоминает положение человека, бегущего под дождем, который падает вертикально: чем быстрее он бежит, тем больше должен он наклонять свой зонтик, чтобы защитить себя от дождя.

Если мы сидим в поезде во время непогоды, то можем видеть на стеклах оконных рам косые линии, образованные каплями дождя; эти косые линии — результат комбинации двух движений: движения мчащегося вперед в горизонтальном направлении поезда и движения капель дождя, падающего отвесно.

Наши телескопы, с помощью которых мы производим наблюдения над звездами, своего рода зонтики: мы принуждены их наклонять, чтобы видеть светило. Каждая звезда вследствие этого описывает, как нам кажется,

в небесном пространстве эллипс, значительно больший, чем тот, который был упомянут выше; форма и величина этого эллипса зависят не от расстояния, отделяющего звезду от Земли, а от положения, которое занимает звезда по отношению к земному шару, перемещающемуся по орбите.

Причина всех движений небесных светил есть всемирное тяготение, доказанное множеством точнейших наблюдений.

Всемирное тяготение не только объясняет всевозможные влияния небесных тел друг на друга, всякие возмущения и отклонения их от «гладкого» пути, но дает возможность с непогрешимой точностью вычислять всякие астрономические явления наперед и открывать новые светила на основании замеченных возмущений. Так, только на основании математических вычислений и умозаключений, без помощи телескопа, были открыты планета Нептун и спутник звезды Сириус, что и было впоследствии подтверждено непосредственными наблюдениями.

Диаметр земного шара равняется 12 740 километрам. Мы знаем, что Земля сплюснута у полюсов, поэтому, точнее говоря, Земля не шар, и диаметр, соединяющий полюсы, и диаметр, соединяющий две противоположные точки экватора, не равны: первый короче второго на 43 километра.

На глобусе, имеющем в окружности 3 метра, разница в длине диаметров составила бы  $3\frac{1}{3}$  миллиметра. На этом глобусе высочайшая гора земного шара Гауризанкар (ее высота 8,85 километра), принадлежащая к цепи Гималаев, займет в высоту не более 0,7 миллиметра.

Таким образом, Земля оказывается более круглой, чем апельсин; можно сказать, что она почти так же кругла и гладка, как бильярдный шар.

Что касается величины людей по сравнению с размерами Земли, то, если ее изобразить шаром 12 метров в диаметре, окажется, что 10 тысяч человек, положенных рядом один возле другого, занимают на ней такое пространство, что могут смело поместиться внутри одной буквы «О», напечатанной в таком виде, в каком вы ее видите здесь.

Земной шар окружен со всех сторон воздушной атмосферой. Воздух, которым мы дышим, состоит из азота, кислорода, углекислого газа и водяных паров. Атмосфера не вполне прозрачна: пропускает сквозь себя солнечные лучи, она окрашивается в голубой цвет и производит впечатление лазурного купола, раскинувшегося над нами.

Атмосфера разрежается по мере удаления от Земли; на расстоянии около 80 километров атмосферы в том смысле, как мы привыкли ее представлять себе, не существует. На высоте 8 километров дышать уже становится очень трудно, а выше почти ни один аэронавт не в состоянии подняться без аппарата с кислородом, которым он пользуется для дыхания.

Наблюдения над падающими звездами и электрическим свечением воздуха, называемым северным сиянием, показывают, что следы воздуха просираются до высоты в 800 километров.

Атмосфера играет большую роль при астрономических наблюдениях. С ней приходится считаться и делать соответственные поправки в вычи-

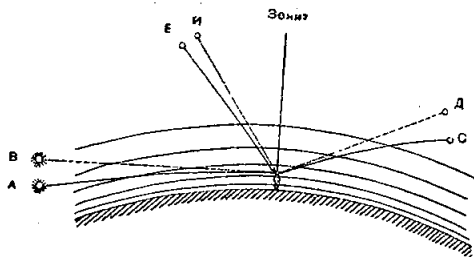


Рис. 22. Преломление световых лучей в атмосфере.

слениях, потому что атмосфера преломляет световые лучи, идущие к нам от светящихся тел; в результате получается то, что мы видим звезду не там, где она на самом деле находится.

Когда светило находится в зените, то есть занимает место в пространстве прямо над нашей головой, тогда никакого отклонения от истинного положения, занимаемого светилом, нет: лучи

падают отвесно и поэтому не испытывают никакого преломления в слоях атмосферы.

Но, по мере того как светило удаляется от зенита и приближается к горизонту, преломление лучей все более и более увеличивается.

Так, Солнце, находящееся в точке А, кажется нам расположенным в точке В, звезду С мы видим в точке Д, а звезду Е — в точке И (рис. 22).

На самом горизонте преломление световых лучей достигает наибольшей величины; оно так велико, что перемещает светило на расстояние, равняющееся видимому диаметру Солнца или Луны, так что мы видим иногда звезду, которая только что взошла, но которая на самом деле еще находится под горизонтом.

Благодаря преломлению лучей в слоях атмосферы Солнце кажется нам овальным во время заката. Это явление лучше всего наблюдается на берегу моря или океана (рис. 23).

Зная диаметр земного шара, легко вычислить его объем. Объем земного шара равняется тысяче миллиардов кубических километров, а вес составляет 5 982 миллиарда миллиардов тонн.

Поверхность Земли равняется 510 миллионам квадратных километров, из них на долю суши приходится всего 127 миллионов, все остальное занято водой.

Одной из самых замечательных физических особенностей Земли считаются ее магнитные свойства. По Земле пробегает магнитные токи, которые и заставляют магнитную стрелку всегда смотреть на север.

Сила и направление этих токов изменяются беспрестанно. Различают вековые, годичные и дневные изменения, которые соответственным образом отражаются на колебаниях магнитной стрелки.

В 1666 году магнитная стрелка в Париже была обращена прямо на север; с тех пор она стала постепенно отклоняться на запад; в 1700 году это отклонение составляло  $8^\circ$ , в 1750 году —  $17^\circ$ , в 1814 году —  $22,5^\circ$ . Дойдя до этой точки, стрелка стала возвращаться назад, на север, так что

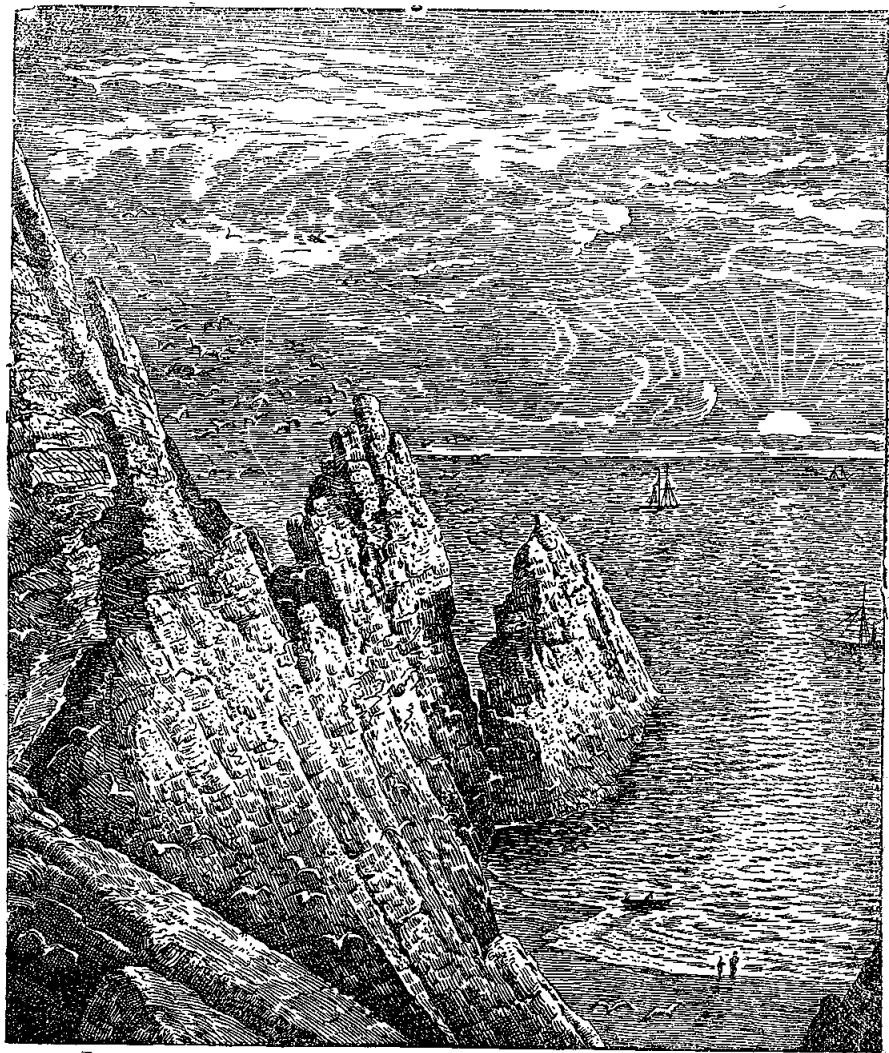


Рис. 23. Закат Солица на берегу моря.

теперь замечается непрерывное уменьшение угла отклонения, которое в 1835 году составляло  $22^\circ$ , в 1854 году —  $20^\circ$ , в 1863 году —  $19^\circ$ , в 1870 году —  $18^\circ$ , в 1878 году —  $17^\circ$ , в 1880 году —  $16^\circ$ . Вычислено, что около 1962 года стрелка вернется в свое первоначальное положение, которое она занимала в 1666 году.

Это — вековые колебания. Но известны также суточные. Внимательное наблюдение показывает, что магнитная стрелка изменяет свое положение каждый день: наибольшее (максимальное) отклонение от магнитного меридиана на восток замечается в 8 часов утра, а на запад — в 1 час пополудни.

Северные сияния, имеющие электрическую природу, оказывают влияние на магнитную стрелку: когда в Швеции или Норвегии небо начинает пылать заревом северного сияния, магнитная стрелка Парижской обсерватории приходит в сильное беспокойство — она лихорадочно мечется из стороны в сторону и успокаивается только тогда, когда явления на севере исчезают совершенно.

Жизнь на нашей планете проявляется внешним образом в существовании растений и животных. Первые известны в количестве 300 тысяч видов, вторых насчитывают 900 тысяч видов.

Согласно последним статистическим данным, население земного шара составляет в настоящее время около 2 миллиардов человек. Почти каждую секунду кто-нибудь рождается или умирает. Рождения в общем несколько превышают смертность, — население земного шара непрерывно увеличивается.

Количество людей, живших на Земле с тех пор, как жизнь вообще стала возможной на нашей планете, исчисляется в 400 миллиардов. Если бы все они теперь воскресли, все мужчины, женщины, старики, дети, и легли бы рядом один возле другого, то они своими телами покрыли бы всю Францию.

Жизнь не прекращается ни на минуту. Смерть, правда, берет обильную жатву, но на смену старому идет молодое, одно существо сменяется другим, одно поколение другим, и жизнь обновляется беспрестанно.



## Как произошла Земля

Возраст нашей планеты; ее прошлое, ее будущее. —

## Происхождение и конец миров.

Предыдущие страницы были посвящены описанию того положения, которое занимает Земля в мировом пространстве. Мы показали, как наивно считают Землю главным основанием и центром вселенной, — мнение, которого так долго и упорно держалось человечество.

Теперь мы коснемся вопроса о происхождении и возрасте нашей планеты.

Не всегда она имела тот вид, который она имеет теперь, не всегда на ней кипела такая деятельная жизнь, как в настоящее время. Было время, когда не было ни одного из видов живых существ, населяющих теперь Землю, было время, когда не было и следа какой бы то ни было жизни на Земле.

Сама форма земного шара, сплюснутого у полюсов, природа последовательных наслоений земной коры, существование вулканов, и теперь еще извергающих жидкую горячую лаву, землетрясения, правильное повышение температуры по мере углубления в Землю — все это доказывает, что когда-то, в очень отдаленную эпоху, Земля была необитаема, так как находилась, по всей вероятности, в таком же состоянии, в каком теперь находится Солнце, вокруг которого она движется, не переставая.

Согласно научной гипотезе Лапласа, Солнце представляет собой сгущенную, раскаленную газообразную массу, которая когда-то была туманностью и заполняла собой все пространство, занимаемое теперь солнечной системой.

Вообразим себе эту огромную, медленно вращающуюся газообразную массу в пространстве. Притяжение есть свойство, присущее каждому атому материи. Та часть газообразной массы, которая ступила раньше, притягивает к себе более легкие частички, разбросанные далеко кругом. Происходит сначала медленное, затем все более быстрое сжатие всей массы, и при этом ее вращение становится все более быстрым.

Бесформенное вещество принимает вследствие сжатия сферическую форму.

По мере того как газообразный шар все более и более сгущался, скорость вращения его прогрессивно увеличивалась, а вместе с тем росла центробежная сила. Наконец наступил такой момент, когда центробежная сила превысила взаимное притяжение частиц, и в туманности произошло нарушение равновесия: от ее поверхности оторвалась часть в форме кольца, которое продолжало вращаться с прежней скоростью.

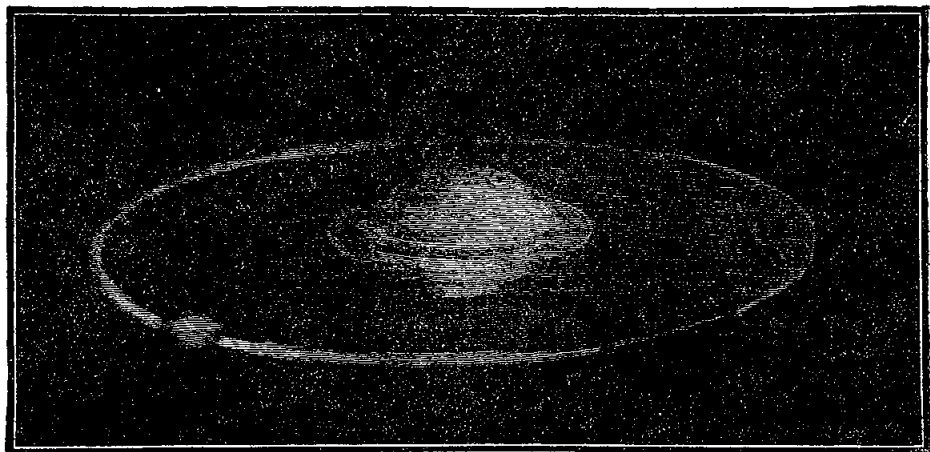


Рис. 24. Гипотеза Лапласа образования солнечной системы.  
Рождение Земли.

Это кольцо, не будучи однородным во всех своих частях, стянулось в один ком и приняло с течением времени вследствие беспрестанного вращения форму шара, сплюснутого слегка у полюсов.

Таким образом, от туманной газообразной массы Солнца постепенно отделялись кольца, которые после сгущения в комки превратились в планеты, описывающие круги около своей общей матери — Солнца. Так произошли Уран, Сатурн, Юпитер, Марс, армия маленьких планет. Таким же точно образом произошла Земля; после нее появились Венера и Меркурий.

Может ли в настоящее время оторваться от Солнца новая планета? На это наука отвечает отрицательно; подобный случай невозможен потому, что для этого необходимо, чтобы Солнце вращалось вокруг своей оси в 219 раз скорее, чем оно вращается теперь.

Луна, в свою очередь, образовалась за счет Земли точно таким же путем, каким эта последняя образовалась из газообразных веществ Солнца<sup>1</sup>.

Оторвавшись от Солнца, Земля начала постепенно сгущаться и остывать: из газообразной она сделалась сначала жидкой, а затем твердой.

В течение какого времени совершался этот процесс? Не столетия и тысячелетия, а миллиарды и сотни миллиардов лет протекли, прежде чем наша планета приняла ту форму, какой мы видим ее теперь. Вишоф, основ-

---

<sup>1</sup> Современная наука на смену предположениям Лапласа выдвинула новые гипотезы, которые должны быть ближе к истине и изложены в дополнительных главах. — *Прим. ред.*

ваясь на своих исследованиях о затвердевании базальта, приходит к заключению, что должно было пройти 350 миллионов лет для того, чтобы поверхность Земли из жидкого состояния, в каком находилась раньше, перешла в твердое. Период времени, который потребовался для того, чтобы Земля из газообразной сделалась жидкой, поддается лишь приблизительному определению. Во всяком случае, не будет преувеличением сказать, что этот период нужно считать равным миллиардам лет.

В течение тысячелетий земной шар, отвердев немного, вращался в пространстве наподобие гигантской лаборатории, в которой происходила кипучая разнообразная работа. Потоки воды беспрестанно падали с облаков на весьма горячую еще почву; тут вода, мгновенно превратившись в пар, подымалась в атмосферу, сгущалась там и снова обрушивалась на землю целыми каскадами.

Когда земная кора охладилась настолько, что вода перестала кипеть при первом соприкосновении с поверхностью ее, лихорадочная деятельность прекратилась: вода перестала моментально улетучиваться в пространство и покрыла собой всю землю.

Постепенно из вод океана стал показываться материк — голые гранитные утесы. Мало-помалу стала зарождаться жизнь: первые признаки ее обнаружили в протоплазме — полужидкой углеводородной массе, которую нельзя отнести, собственно, ни к растительному, ни к животному, ни к минеральному царству. Первый толчок для развития жизненных форм все-таки был дан появлением протоплазмы, вслед за ней начинают формироваться простейшие растения — водоросли — и простейшие животные — моллюски, кораллы, медузы и пр.

Незаметно в течение многих тысячелетий условия для развития органической жизни на Земле делались все благоприятнее; мало-помалу начали появляться существа с более сложной организацией — позвоночные, млекопитающие и, наконец, человек.

В истории развития органической жизни на Земле различают пять периодов; в течение первого, самого длинного периода единственными представителями жизни на Земле были водоросли и ракообразные; второй период был царством рыб; в третьем периоде появляются огромных размеров земноводные — ящерицы, рептилии — и разнообразная растительность. Земля была тогда населена фантастическими чудовищами, которые вступали в ожесточенные схватки между собой. Четвертый период — это расцвет животного царства, эра млекопитающих. Пятый — самый короткий в сравнении с предыдущими периодами — ознаменован появлением человека.

Мы мысленно переносимся в очень отдаленную эпоху, когда созерцаем египетские пирамиды, обелиски, развалины ассирийских и индийских храмов, когда разглядываем первобытное оружие — луки, стрелы, каменные ножи и т. д. Мы в этом случае переносимся воображением на 5, 8, 10, наконец, 20 тысяч лет назад. Дальше мы не осмеливаемся идти. На самом



деле существование человека на Земле началось несколько сот тысяч лет назад. Но что значит этот промежуток времени в сравнении с теми миллиардами лет, которые понадобились для того, чтобы Земля из газообразного кольца, оторвавшегося от туманного Солнца действием центробежной силы, преобразилась в твердый шар, населенный множеством разнообразных существ.

В настоящее время мы восхищаемся великолепными картинами природы: видами полей, лесов, водопадов, озер, морей, горных вершин, покрытых вечным снегом, и т. д. Но всему этому богатству природы рано или поздно придет конец: Земля родилась — Земля должна умереть.

Она умрет либо от старости, когда истощатся ее жизненные силы, либо вследствие постепенного охлаждения Солнца, без которого ни растительная, ни животная жизнь на Земле невозможна. Предположение, что Земля может погибнуть от столкновения с другой планетой, не имеет никаких положительных данных, — подобный конец мира в силу физических законов является весьма мало вероятным.

Естественный конец Земли состоит, как мы уже заметили, в истощении ее жизненных сил. В самом деле, количество воды на Земле, повидимому, уменьшается, — в прежнее время океаны и моря занимали гораздо большее пространство, чем теперь. Параллельно с уменьшением водных пространств уменьшается также влажность атмосферы; лишенная этой влажности, которая предохраняет Землю от потери теплоты через лучеиспускание, наша планета начнет охлаждаться, — льды и снега с высоких вершин будут спускаться все ниже и ниже, займут склоны, долины и равнины Средней Европы; Ленинград, Берлин, Лондон, Париж, Вена, Рим исчезнут с лица Земли под сугробами снега и толстым слоем льда; жизнь и цивилизация передвинутся в тропические страны, но и здесь в конце концов наступит царство холода и смерти: последняя пара людей умрет, окончен от холода; их останки будут погребены под саваном вечных льдов.

Но возможен и другой конец: жизнь на Земле будет длиться до тех пор, пока не погаснет Солнце; людей постигнет та же участь, то есть смерть от холода, но с той разницей, что наступление конца мира в первом случае можно ожидать через несколько миллиардов лет, а во втором — через десятки миллиардов лет.

Солнце рано или поздно погаснет. Оно беспрестанно теряет невероятное количество теплоты, которое рассеивается в пространстве совершенно непроизводительно, потому что только ничтожная доля всей теплоты, испускаемой Солнцем, используется планетами солнечной системы.

Если развиваемая внутри Солнца теплота с избытком пополняет колоссальные потери тепловой энергии, то оно, конечно, не обнаруживает никаких признаков понижения температуры. Но весьма вероятно, что процесс охлаждения уже начался. В пользу этого предположения говорят периодически появляющиеся солнечные пятна; наступит время, когда этих пятен будет гораздо больше, чем теперь, так что они будут закрывать собой



Рис. 25. Земля была населена чудовищами, которые вступали в ожесточенные схватки друг с другом.

довольно значительную часть солнечного диска. Это затемнение будет медленно увеличиваться из века в век параллельно со все возрастающим охлаждением; газообразная раскаленная масса Солнца постепенно уплотнится и затвердеет; свет Солнца будет то вспыхивать, то снова пропадать; настанет настоящая агония великоленного светила, и гигантский, светящийся слабым красноватым светом шар спустя некоторое время померкнет навсегда.

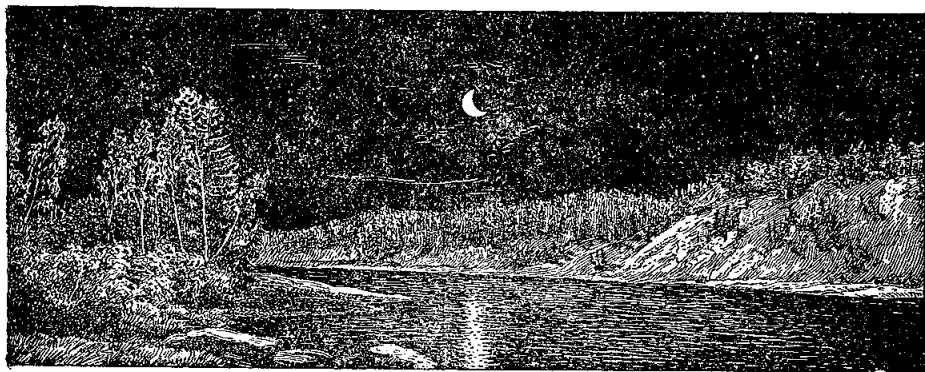
На наших глазах догорают многие звезды, испускающие красноватый свет; их дни сочтены. Солнце тоже не что иное, как звезда; рано или поздно оно будет принуждено разделить участь, общую всем светилам, которые родились для того, чтобы умереть.

Такова судьба всех миров. Можно ли отсюда сделать заключение, что в конце концов мир превратится в одну бесконечную могилу? Нет! Мир не умирает, несмотря на необозримое количество лет, в течение которого он существует.

Потухшие светила будут призваны к новой жизни: быть может, они когда-нибудь встретятся на своем пути, и от страшного удара, вызванного столкновением, вспыхнет ярким пламенем безжизненная материя; она снова перейдет в газообразное состояние, снова начнет вращаться вокруг самой себя, и снова центробежная сила будет отрывать от нее раскаленные газообразные кольца, чтобы дать начало новым планетам, новым мирам!

Царство смерти не наступит никогда!





## Часть вторая

# ЛУНА

---

## ГЛАВА I

### Луна как спутник Земли

Кажущаяся величина Луны.—Ее расстояние от Земли.—  
Вращение Луны вокруг Земли.

**Л**уна представляет собой светило, наиболее близкое к нам. Как мы уже заметили раньше, Луна есть детище Земли, от которой она была оторвана действием центробежной силы в то отдаленное время, когда земной шар представлял собой туманную газообразную массу; вот почему Луну и называют иногда колонией земного шара.

Расстояние Луны от Земли составляет 384 тысячи километров. Это, в сущности, очень немного. Многие путешественники и мореплаватели проехали по железной дороге и на пароходах значительно большее расстояние, чем то, которое отделяет Луну от Земли.

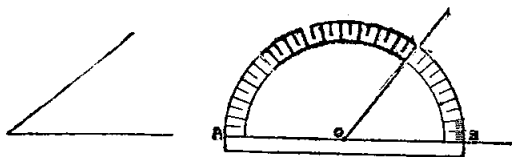


Рис. 26. Углы и их измерение.

Но кто может доказать, скажут некоторые, что вышеприведенное число километров, представляющее расстояние между Луной и Землей, соответствует действительности? Кто нас уверит, что астрономы не ошибаются в своих вычислениях?

Сомнение — вообще вещь похвальная, в соединении с любознательностью оно дает толчок прогрессу. Но в данном случае сомнения совершенно неосновательны. Астрономические вычисления отличаются необыкновенной точностью, несмотря на то, что измерения производятся с помощью зрительной трубы, а не посредством метра.

Основой всех астрономических вычислений, которые относятся к расстояниям, служит измерение углов. Когда приходится измерить предмет, к которому в силу каких-нибудь внешних препятствий невозможно непосредственно подойти, единственным способом измерить отделяющее его расстояние является измерение угла, под которым этот предмет нам представляется.

Известно, что чем дальше отстоит предмет, тем угол, под которым его видят, кажется меньше. Между величиной видимого угла и расстоянием существует обратное соотношение: чем угол зрения меньше, тем расстояние от предмета больше.

Каждый знает, что такое угол; каждый знает, что угол измеряется дугой, представляющей часть окружности. Полная окружность круга, как известно, делится на 360 частей, которые называются градусами.

Каждый угол делится на 60 частей, называемых секундами. Эти названия не имеют ничего общего с теми минутами и секундами, которыми мы привыкли измерять время. Градус изображается кружком ( $^{\circ}$ ), минута — одним значком ( $'$ ), секунда — двумя ( $''$ ).

Если полная окружность круга равняется 360 сантиметрам, то на ней каждый градус равняется 1 сантиметру, каждая минута —  $\frac{1}{60}$  сантиметра, а каждая секунда —  $\frac{1}{3600}$  сантиметра.

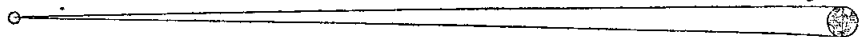


Рис. 27. Расстояние Луны от Земли равно 30 земным диаметрам.

Известно, что чем дальше отстоит предмет, тем он кажется меньше. Доказано непосредственным опытом (который легко можно проверить), что если предмет, каких бы размеров он ни был, удален на расстояние, в 57 раз превышающее его диаметр, то угол зрения, под которым мы его

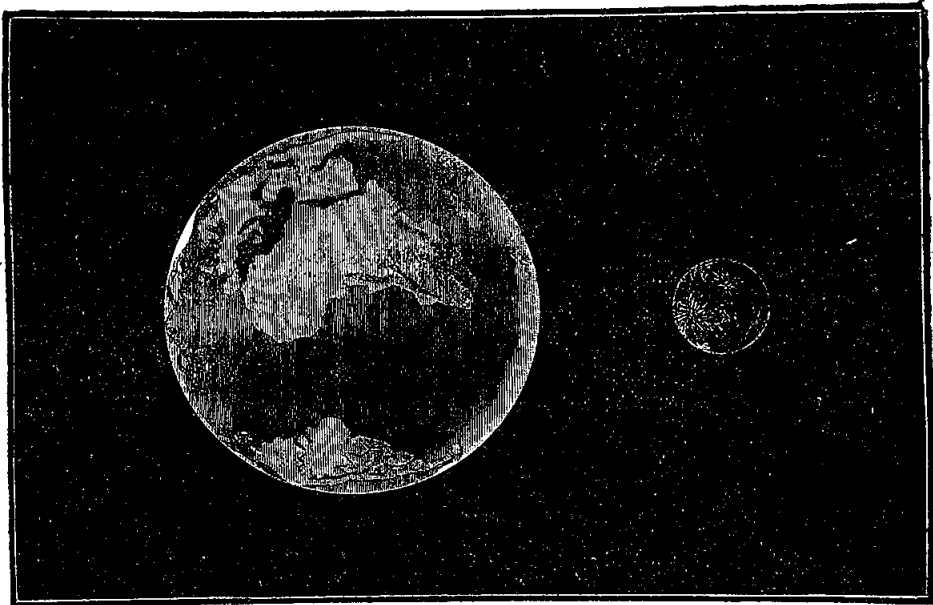


Рис. 28. Сравнительная величина Земли и Луны.

видим, равняется  $1^\circ$ . Например, круг, имеющий в диаметре 1 метр, удаленный на расстояние 57 метров, виден под углом в  $1^\circ$ . Луну мы видим под углом в  $31'8''$ ; этот угол несколько больше  $1/2^\circ$ .

Если бы Луна была видима под углом, составляющим  $1^\circ$ , то это значило бы, что она удалена от нас на расстояние, превышающее ее диаметр ровно в 57 раз, но так как этот угол составляет всего  $1/2^\circ$  с излишком, то отсюда следует, что это расстояние почти вдвое больше, то есть превышает диаметр Луны примерно в 110 раз.

Угол, под которым виден с Луны радиус Земли, называется параллаксом Луны. Этот параллакс составляет  $57'$  (почти  $1^\circ$ ), поэтому расстояние Луны от Земли и составляет  $60 \frac{1}{4}$  полудиаметров, или радиусов, земного шара.

Радиус Земли равняется 6 371 километру; таким образом, расстояние Луны от нашей планеты определяется в  $6\,371 \text{ километр} \times 60 \frac{1}{4} = 384$  тысячам километров.

Высчитано, что пущенное с Земли пушечное ядро, которое летит со скоростью 500 метров в секунду, достигло бы Луны через 8 дн. 5 час. Если бы все пространство, отделяющее Землю от Луны, было заполнено воздухом, то взрыв вулканического извержения, происходящего на Луне, донесся бы до нас спустя 13 дн. 20 час. Поезд железной дороги, который мог

бы пробежать вокруг Земли в 27 дней, добрался бы до Луны в 38 недель, если бы мчался с той же скоростью и не делал бы никаких остановок.

Радиусы Луны и Земли относятся друг к другу, как углы, под которыми они видимы, то есть, как  $15'34'' : 57'$ . Отсюда легко можно вычислить диаметр Луны, — он равняется 3 476 километрам. Зная диаметр, можно определить окружность лунного шара и поверхность нашего спутника. Окружность его равна 11 070 километрам, а поверхность лунного шара равна 38 миллионам квадратных километров; это пространство в четыре раза больше, чем пространство, занимаемое Европой.

Луна делает полный оборот вокруг Земли в 27 дн. 7 час. 43 мин. 12 сек. со средней скоростью, равняющейся 1 017 метрам в секунду.

Наблюдения над движением Луны вокруг Земли привели Ньютона к открытию всемирного тяготения.

Лет двести назад в фруктовом саду сидел в задумчивости молодой человек, 23 лет. Был тихий летний вечер. Вдруг яблоко, как говорят, упало на скамейку, где сидел юноша. Это явление, на которое никто обыкновенно не обращает внимания, как-то особенно сильно заинтересовало его. Между тем на небе показалась Луна. Молодой человек стал размышлять о том, какого рода должна быть сила, которая заставляет все тела стремиться к земле; он задал себе наивный, с первого взгляда, вопрос, почему Луна не падает на Землю, и, последовательно добираясь до причины, в силу которой Луна удерживается в небесном пространстве, он сделал одно из величайших открытий, которым справедливо может гордиться человеческий ум. Этот молодой человек был Ньютон. Закон всемирного тяготения, открытый им, дал ключ к уразумению движений и равновесия, царящих во всеенной, и могучий толчок дальнейшему развитию астрономии как в высшей степени точной и обоснованной науки.

Как мы уже упоминали выше, тяжестью называется сила притяжения, влекущая каждый предмет вниз, к земле. Эта сила ослабевает по мере удаления от центра Земли. Поэтому если на поверхности Земли камень падает со скоростью 4,9 метра в первую секунду, то тот же камень, падая с высоты, на какой находится Луна, передвигался бы со скоростью  $\frac{4,9 \text{ метра}}{60^2} = 1,35$  миллиметра, так как расстояние Луны от центра Земли равняется 60 земным радиусам.

Почему же все-таки Луна не падает? Да потому, что она, брошенная в пространстве, как пушечное ядро, совершает в то же время круговое движение вокруг Земли. Это круговое движение развивает в ней центробежную силу, которая стремится оторвать Луну от Земли и умчать ее в пространство, но она этого не может сделать: отталкивание, вызываемое центробежной силой, и притяжение, оказываемое Землей, равны друг другу. Поэтому Луна не может ни улететь в пространство, ни упасть на Землю, а остается в равновесии. В этом положении ее удерживает та самая сила, которая заставляет все тела падать на землю. Отсюда до вывода, что



Рис. 29. Однажды вечером молодой Ньютон сидел в саду, погруженный в свои думы.



равновесие всех небесных тел, рассеянных в пространстве, обусловлено взаимным тяготением, один только шаг. Это тяготение прямо пропорционально массе тел и обратно пропорционально квадрату расстояния их друг от друга.

То, что при этом происходит, можно было бы сравнить со следующим опытом. Вообразите себе, что вы вращаете рукой камень, привязанный на веревке. При его вращении также развивается центробежная сила, но камень удерживается натягивающейся веревкой.

Если веревку перерезать, то камень отлетит прочь по прямой линии, касательной к описываемому им кругу и в той его точке, где камень был, когда веревку перерезали. В нашем примере натяжение веревки как бы заменяло притяжение Луны к Земле.

Например, два тела, из которых каждое имеет массу по 2 килограмма, притягиваются друг к другу четверо сильнее, чем два тела, каждое с массой в 1 килограмм, находящихся на таком же взаимном расстоянии. При сближении тел вдвое сила притяжения между ними возрастает в четыре раза, при сближении втрое она возрастает в 9 раз и т. д.

Английский физик Кавендиш, делая опыты со свинцовыми шарами, убедился в том, что тяготение действительно существует между всеми телами, где бы они ни были — в мировом пространстве или в лаборатории.

Если бы Луна перестала двигаться вокруг Земли, то, естественно, центробежная сила перестала бы развиваться; неминуемым последствием этого было бы то, что Луна немедленно упала бы на Землю. Я высчитал, что падение совершалось бы 4 дня 19 час. 54 мин. 57 сек. Мы предоставляем читателю судить о том, как отразилось бы на Земле и на ее обитателях падение такого громадного шара с такой ужасной высоты.



## Фазы луны.

## Неделя. — Измерение времени.

Приблизительно в течение месяца наш спутник совершает полный оборот около Земли в направлении, противоположном ее суточному движению; Луна восходит и заходит, как прочие светила, перемещаясь с востока на запад, но при этом, как каждый может заметить, она запаздывает каждый вечер на  $\frac{3}{4}$  часа.

Положение Луны на небе меняется безостановочно: если она, например, в первый день находится возле какой-нибудь блестящей звезды, то на второй день она отклонится от нее в сторону на  $13^\circ$ , на третий — на  $26^\circ$ , на четвертый — на  $39^\circ$  и т. д. Через 27 дней отклонение делается равным  $360^\circ$ , то есть Луна будет находиться в первоначальном положении, появляясь с противоположной стороны.

Почему Луна изменяет свой вид каждую ночь? Потому, что Луна не самосветящееся тело, но источник света и тепла, как Солнце. Луна представляет собой шарообразное тело, посящееся в небесном пространстве, темное, плотное, непрозрачное; в этом отношении Луна очень похожа на Землю, с которой, как мы уже упоминали, она находится в очень близком родстве.

Луна, таким образом, не испускает света, как свеча или электрическая лампа; свет, который она нам посылает, она заимствует от Солнца, отражая его во все стороны. Лунное сияние есть, таким образом, не что иное, как отраженный солнечный свет. Если бы Луна не освещалась Солнцем, то она, не получая нигде ни единого луча света, находилась бы в вечном мраке — и мы не могли бы ее видеть.

Днем Луна освещается Солнцем, так же как и ночью; но лунный свет днем нам кажется чрезвычайно слабым и бледным в силу контраста с сильным светом, идущим непосредственно от блестящего дневного светила; но ночью тот же слабый лунный свет кажется довольно сильным благодаря царящему кругом мраку.

Луна — шар, поэтому Солнце может освещать только одну половину его, именно ту, которая обращена непосредственно к нему; другая же половина находится в тени — явление, которое наблюдается и у нас на Земле.

Вращаясь вокруг Земли, которая, в свою очередь, вращается вокруг Солнца, Луна при каждом своем обороте проходит между Солнцем и Землей, каждый раз изменяя свою «физиономию».

На прилагаемом здесь рис. 30 изображены последовательные фазы

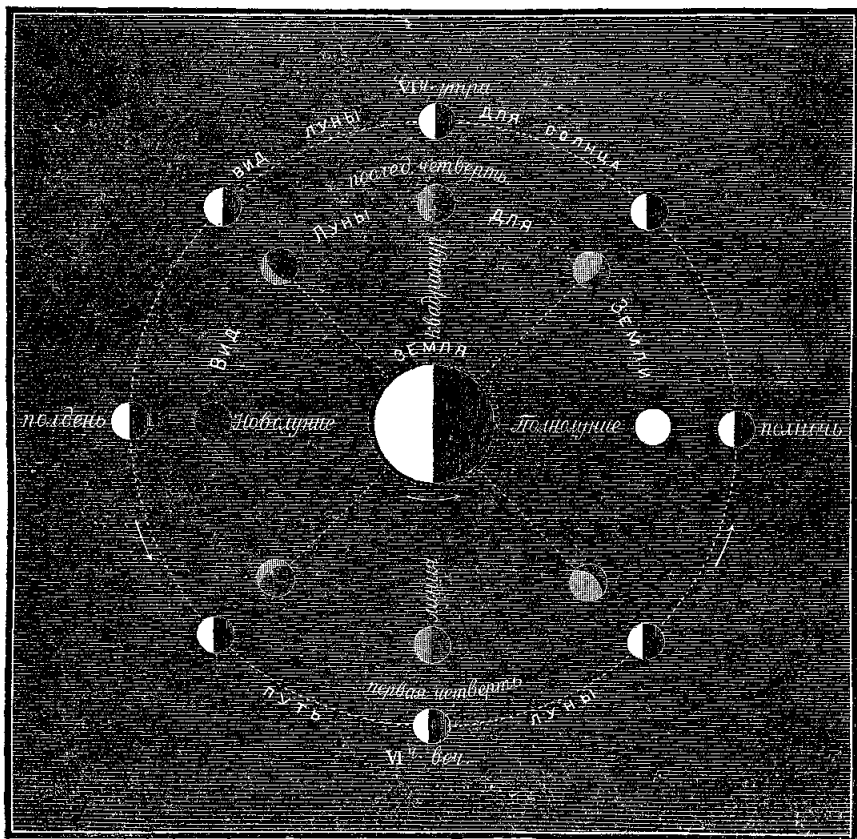


Рис. 30. Фазы Луны.

Луны. В центре находится Земля; большой круг, проведенный вокруг нее, изображает собой путь, по которому движется Луна вокруг Земли. Когда Луна находится между Землей и Солнцем, то освещенным оказывается только то полушарие, которое обращено к блестящему светилу; другая же половина Луны остается в тени, поэтому мы ее видеть не можем, — это есть та фаза, которая называется новолунием. В этой фазе Луна находится «в соединении с Солнцем», то есть находится на одной линии с ним по отношению к Земле.

Луна движется по своей орбите вокруг Земли в направлении, указанном стрелкой. Сначала вырисовывается узкая полоска, освещенная матово-бледным светом, — показывается так называемый лунный серп, или полумесяц, который своей выпуклой стороной обращен в ту сторону, где заходит Солнце, тогда как рога его смотрят в противоположную сторону. Серп постепенно делается все шире и шире; когда направление к Луне составит прямой угол с направлением к Солнцу, Луна переходит в то положение, которое называется первой четвертью. Теперь мы видим освещенный полукруг, закругленный край которого обращен в сторону Солнца. В день первой четверти Луна бывает на юге в 6 часов вечера и заходит около полуночи.

По мере того как Луна движется вперед, освещенный полукруг ее расширяется все больше и больше, пока, наконец, весь лунный диск не будет обращен к Земле, — тогда наступает полнолуние. В этот момент Луна занимает положение, прямо противоположное Солнцу, поэтому полнолуние называется иначе противостоянием. В это время Луна показывается со стороны, как раз противоположной той, где закатилось дневное светило, и остается на небе в течение всей ночи, исчезая только к утру.

После полнолуния Луна начинает постепенно убывать; спустя некоторое время она примет то же положение, какое она занимала, когда находилась в противоположной точке. Наступает последняя четверть. Теперь Луна восходит только после полуночи; через несколько дней от блестящего диска остается только узенькая светлая полоска в виде серпа, который виднеется по утрам в восточной части неба. Затем и эта полоска исчезает, — Луна сделалась невидимой — она вернулась в свое первоначальное положение, с которого мы и начали описание.

Мы сказали выше, что Луна совершает полный оборот вокруг Земли в 27 дн. 7 час. 43 мин. 12 сек. Но лунный месяц на 2 дня 5 час. длиннее, именно он тянется круглым числом  $29\frac{1}{2}$  дней. Объясняется это тем обстоятельством, что Луна, совершив полный оборот вокруг Земли, то есть вернувшись в первоначальное положение, не находится уже прямо против Солнца, как раньше. Земля за это время уже успела пробежать довольно большое пространство по орбите, и Луна — верный спутник Земли, не расстающийся с ней ни на одну минуту, — чтобы очутиться снова перед Солнцем в том положении, в каком она была в момент новолуния, то есть на одной линии с Солнцем, должна еще двигаться 2 дня 5 час.

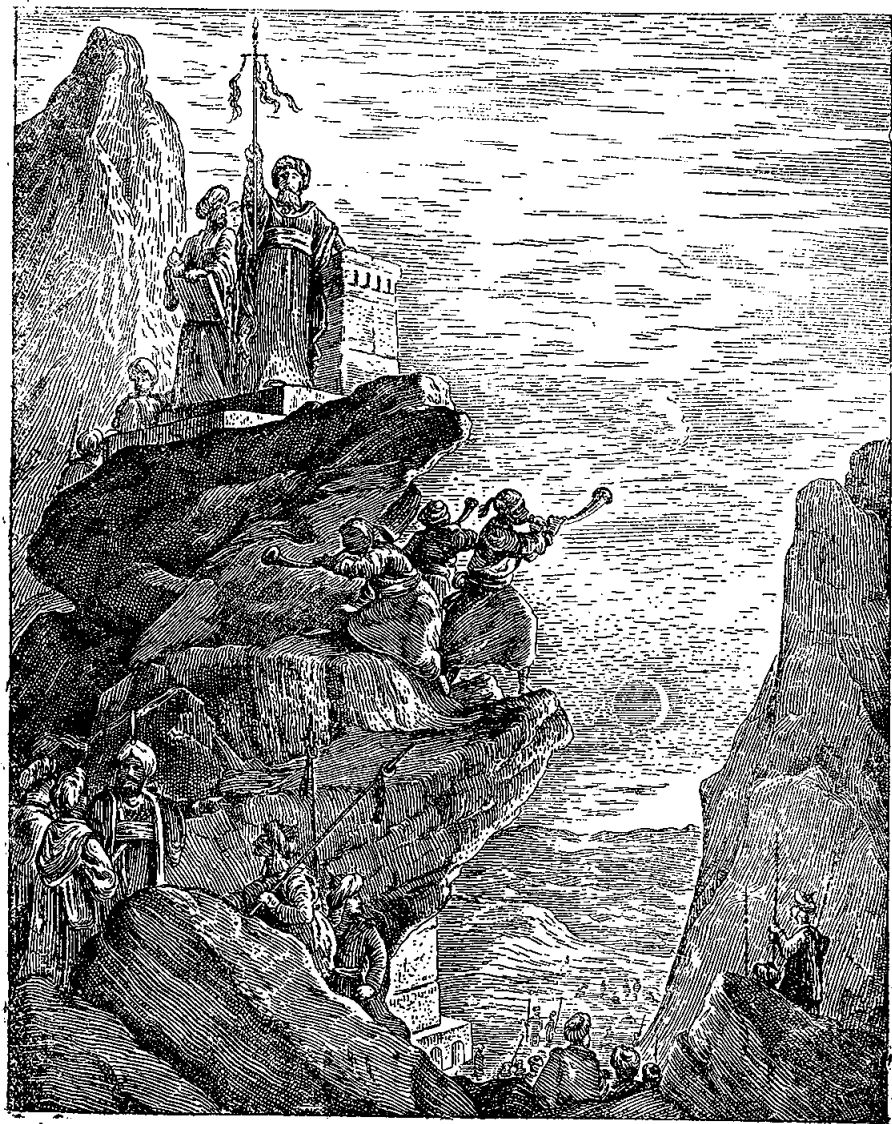


Рис. 31. Появление лунного серпа возвещалось народу  
громкими звуками труб.

Рассматривая серп Луны в первые дни после новолуния, мы видим, что не освещенная Солнцем часть ее светится каким-то бледным, пепельного цвета сиянием. Это сияние создается Землей. В самом деле, Земля освещается Солнцем и отражает полученный свет так же, как прочие планеты; часть этого отраженного света попадает на Луну. Когда Луна выглядит узким серпом, это сияние нетрудно видеть, потому что лунный серп сам испускает очень слабый свет; кроме того, в этот момент Земля обращена к Луне всей своей освещенной стороной и льет на своего спутника массу отраженных лучей, дающих освещение, которое в 14 раз превосходит силу света, даваемого Луной в полнолуние.

Последовательная смена фаз Луны с древнейших времен служила людям для деления времени на месяцы и недели. Месяцем обозначался тот промежуток времени, в течение которого Луна претерпевала все изменения; неделей стал называться промежуток времени в 7 дней, так как каждая фаза Луны длится приблизительно столько времени.

В религиозном культе восточных народов до сих пор Луна играет довольно важную роль; в прежнее время каждое новолуние встречалось очень торжественно: главное духовное лицо со всей свитой жрецов избиралось на возвышенное место в ожидании появления ночного светила; как только бледная полоска серебряного серпа загоралась на небосклоне, раздавались громкие звуки труб, возвещавшие всему народу наступление нового месяца.

Новолуние, совпадающее с наступлением нового времени года, считалось большим праздником, который обставлялся весьма пышными церемониями. Этот обычай долго сохранялся у древних халдеев, египтян, евреев, персов, арабов, греков и до недавнего времени у турок.

Замечено, что каждые 19 лет составляют лунный цикл, то есть новолуния приходятся на те самые дни, как и 19 лет назад; если проследить фазы Луны в течение этого времени, то можно на какое угодно время вперед вычислить, в какой именно день блеснет в небе бледный серп нарождающейся Луны.

Это обстоятельство было известно еще в древности: первый заметивший правильное чередование лунного цикла был, как говорят, грек Метон, живший в V веке до нашей эры.

Открытие, сделанное им, привело его сограждан в такой восторг, что они решили выгравировать золотыми буквами на мраморе таблицы вычисленных вперед новолуний. Эти таблицы были вывешены во всех публичных местах, для того чтобы каждый мог знать время наступления нового месяца. Олимпийские игры, имевшие такое важное значение в общественной жизни древней Греции, всегда начинались в первый день новолуния.



Движение Луны около Земли

**Вес и плотность Луны. — Каким образом определили вес Луны. — Тяжесть на иных мирах.**

Луна, совершая полный оборот вокруг Земли, описывает не круг, а эллипс. Эксцентриситет этого эллипса незначителен: он равняется  $\frac{1}{18}$ , или 0,0549; эксцентриситет эллиптической орбиты, пробегаемой Землей, составляет 0,0167. Это значит, что орбита Земли более приближается к форме круга, чем орбита Луны.

Вследствие этого расстояние Земли от ее спутника меняется беспре-  
станно: наибольшее расстояние (в апогее) составляет 406 670 километров, наименьшее (в перигее) — 356 тысяч километров; среднее расстояние — 384 тысячи километров.

Это колебание в расстояниях имеет большое значение для солнечных затмений, которые вследствие этого бывают то полные, то кольцеобразные, а также отражается на силе морских приливов и отливов.

Движение Луны в пространстве еще более сложно, чем движение Земли. Орбита Луны не остается неподвижной в своей плоскости, — большая ось эллипса передвигается, описывая круг в 3 232 дня, то есть почти в 9 лет. Это перемещение оси, как можно видеть, аналогично движению большой оси земной орбиты, которое совершается в 21 тысячу лет.

Далее, орбита Луны не находится в той плоскости, в которой Земля вращается вокруг Солнца, то есть не находится в эклиптике; в противном случае, если бы спутник Земли вращался вокруг нее в той же плоскости, в которой Земля кружится вокруг Солнца, то затмение Солнца происходило бы при каждом новолунии, а затмение Луны — при каждом полнолунии. Плоскость вращения Луны наклонена к плоскости земной орбиты под углом в 5°. Линия пересечения обеих плоскостей называется «линией узлов», и она не остается неподвижной, так как описывает круг в плоскости эклиптики в 6 793 дня, то есть в 18,5 года.

Угол, под которым плоскость лунной орбиты наклонна к эклиптике, также изменяет свою величину от 5°0'1" до 5°17'35" в течение каж-  
дых 173 дней.

Перечисление всех тех видоизменений, которыми характеризуется дви-  
жение Луны в пространстве, завело бы нас слишком далеко. Достаточно заметить, что всех различных видоизменений, колебаний и уклонений, встречающихся на пути нашего спутника, насчитывается не меньше 66!

Вращаясь вокруг Земли, Луна в то же самое время следует за ней в ее движении вокруг Солнца. Какой же путь описывает Луна в пространстве?

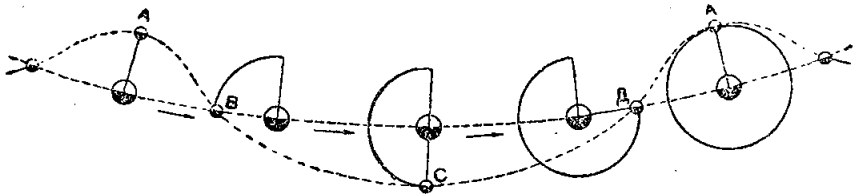


Рис. 32. Движение Луны в комбинации с движением Земли.

Если бы Земля была неподвижна, то Луна описывала бы вокруг нее простой эллипсис, но Земля движется по своей орбите, а вместе с ней также и ее спутник.

Из комбинации движения вокруг Земли и движения Земли вокруг Солнца складывается путь, пробегаемый Луной в пространстве. Этот путь имеет форму кривой, которую мы и приводим на рис. 32.

В то время как Луна из точки *A* перешла в точку *B*, Земля успела уже передвинуться по орбите на расстояние в несколько миллионов километров. В точке *B* Луна находится в первой четверти. Семь дней спустя Луна переходит в новую фазу, — именно наступает полнолуние *C*; за это время Земля опять успела значительно передвинуться вправо. Еще через неделю Луна будет в третьей четверти в точке *D*; и, наконец, добравшись до точки *A*, Луна приходит в свое первоначальное положение, совершив полный оборот вокруг Земли. Соединив плавной линией точки *A*, *B*, *C*, *D*, *A*, мы получим кривую, изображающую путь, пробегаемый Луной в пространстве.

Мы знаем, каким образом Луна передвигается, знаем, на каком расстоянии она находится от Земли. Но теперь остается узнать, сколько весит Луна.

Вес Луны можно найти, определив точно силу притягательных воздействий ее на Землю. Главнейшим из этих притягательных воздействий являются приливы и отливы. Вода морей и океанов два раза в день подымается вверх, подчиняясь как бы молчаливому приказанию Луны. Зная высоту поднятия воды, можно определить, какая сила нужна была, чтобы совершить это поднятие, другими словами, можно вычислить силу притяжения, или вес тела, обусловившего это воздействие на воду. Это один метод.

Второй метод основывается на влиянии, которое Луна оказывает на движение земного шара: когда Луна находится впереди Земли, она притягивает нашу планету и заставляет ее двигаться скорее; когда же Луна находится позади Земли, она попрежнему притягивает ее, но в обратном направлении, и таким образом несколько задерживает поступательное движение земного шара. Благодаря этому обстоятельству в то время, когда Луна находится в первой и последней четверти, Солнце кажется нам



перемещенным в сторону на  $\frac{3}{4}$  своего параллакса, или на  $\frac{1}{290}$  часть своего диаметра. Зная это, можно вычислить вес Луны, притяжением которой и обусловлено это отклонение.

Третий метод состоит в определении силы притяжения, оказываемого Луной на земной экватор, — благодаря этому притяжению происходят явления нутации и предварение равноденствий, о которых мы говорили выше.

Все эти методы, как ни различны явления, на которых они основаны, дают один и тот же результат, — именно, что масса Луны в 81 раз меньше, чем масса Земли. Значит, Луна весит в 81 раз меньше, чем Земля.

Плотность Луны меньше плотности Земли; если принять удельный вес Земли за 1, то удельный вес Луны выразится дробью  $\frac{3}{5}$ . Вода, взятая в объеме лунного шара, будет весить в  $3\frac{1}{3}$  раза меньше, чем лунный шар.

Сила тяжести проявляется значительно слабее на поверхности Луны, чем на поверхности Земли; эта сила, или притяжение к центру, в шесть раз больше на Земле, чем на Луне. Камень, который на Земле весит 1 килограмм, перенесенный на Луну, будет весить всего 166 граммов. Человек, вес которого на Земле равняется 60 килограммам, на Луне будет весить 10 килограммов. Если этот человек на Луне сохранит в полном объеме запас физических сил, какими он обладал на Земле, то он будет там поднимать при таком же усилии предметы, шестеро более тяжелые, а его собственное тело покажется ему в шесть раз легче, чем на Земле. Ему будет достаточно употребить самое слабое мускульное усилие, чтобы подскочить вверх на большую высоту или бежать со скоростью курьерского поезда.

Если бы Луна при той массе, которой она обладает теперь, имела объем, занимаемый Землей, то, принимая во внимание, что сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния, а радиус Луны в четыре раза меньше, чем радиус Земли, сила тяжести уменьшилась бы в 16 раз; таким образом, вес тел на Луне был бы в 90 раз меньше, чем на Земле. Человек, который на Земле весит 60 килограммов, на Луне весил бы в этом случае меньше килограмма, и того усилия, которое он употребляет на Земле, чтобы вскочить на стул, было бы на Луне достаточно, чтобы перенести его на вершину очень высокой горы.

Возможно существование таких миров, которые отличаются такой ничтожной плотностью и такой быстротой вращения, что сила тяжести почти совершенно отсутствует на их поверхности, — там предметы не имеют почти никакого веса. И обратно, могут быть такие миры, плотности которых необыкновенно велики, так что все тела имеют там чудовищно большой вес. Представим себе, что Земля, не изменив своего объема, сделалась бы так же тяжела, как Солнце; тогда каждый килограмм весил бы 324 тысячи килограммов; молодая грациозная девушка, имеющая теперь 50 килограммов весу, весила бы тогда 16 200 тонн.

Вот таблица силы тяжести по сравнению с земной, существующей на различных планетах:

**Сила тяжести**

Солнце . . . . .	27,47	Уран . . . . .	0,92
Юпитер . . . . .	2,64	Венера . . . . .	0,85
Сатурн . . . . .	1,17	Меркурий . . . . .	0,27
Нептун . . . . .	1,12	Марс . . . . .	0,38
Земля . . . . .	1,00	Луна . . . . .	0,16

Таким образом, наибольший вес имеют тела на Солнце, наименьший — на Луне. Чтобы ясно представить себе эту разницу в весе, проследим, с какой скоростью падает с данной высоты одно и то же тело на различных планетах.

**Путь, проходимый телом в первую секунду падения**

На Луне . . . . .	0,78 метра
» Марсе . . . . .	1,86 »
» Меркурии . . . . .	1,32 »
» Венере . . . . .	4,16 »
» Уране . . . . .	4,51 »
» Земле . . . . .	4,90 »
» Нептуне . . . . .	5,49 »
» Сатурне . . . . .	5,74 »
» Юпитере . . . . .	12,95 »
» Солнце . . . . .	134,62 »

Представим себе, что камень падает с вершины башни, имеющей в высоту 13 метров. На Юпитере камень этот спустя секунду после начала падения очутится почти у самого основания башни, на Сатурне он будет на полдороге, на Земле он успеет пробежать 4,9 метра, на Венере — 4,16 метра, на Меркурии — 1,32 метра, на Марсе — 1,86 метра и на Луне всего 0,78 метра, то есть 78 сантиметров. Что касается Солнца, то, чтобы измерить на нем силу тяжести, мы должны представить себе башню вышиной

в 134,62 метра, все пространство от вершины ее наш камень, влекомый колоссальной силой к центру огромного светила, пролетит в одну секунду.

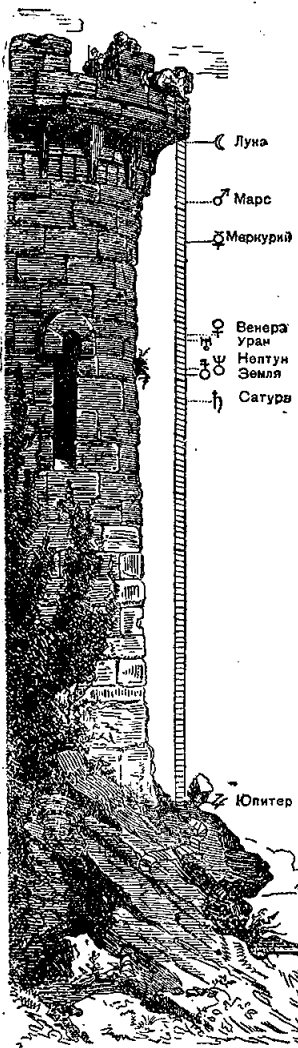


Рис. 33. Пути, проходимые падающим телом в первую секунду на разных планетах.

Описание поверхности Луны

Горы, вулканы, равнины, называемые морями. — Карта Луны. —  
Перевороты, происходившие на Луне.

Глядя на Луну невооруженным глазом, мы видим, что диск ее освещен неодинаково ярко: светлые части чередуются с темными, которые имеют вид сероватых пятен.

Благодаря этим пятнам лунный диск приобретает какое-то отдаленное сходство с человеческим лицом. Но это сходство мгновенно исчезает, лишь только мы поднесем к глазам зрительную трубу: планета нам кажется тогда больше, детали вырисовываются яснее и отчетливее, и перед нами раскрывается новый мир, имеющий известное сходство с нашей Землей.

Поверхность Луны, рассматриваемая в телескоп, представляется весьма ровной. Прежде всего бросаются в глаза высокие горы с резко очерченными контурами, далее можно разглядеть долины, ущелья, пропасти, обширные равнины, плоскогорья, кратеры и т. д.

Хорошая зрительная труба настолько приближает к нам поверхность нашего спутника, что она кажется отстоящей всего на 200 километров вместо 384 тысяч километров — расстояние, которое в действительности отделяет нас от Луны.

Поверхность Луны изучена астрономами до тонкости. Каждая гора, каждая долина, каждое ущелье подверглись тщательному изучению; астрономы составили карты Луны, которые отличаются не меньшей, если не большей, точностью, чем наши географические карты, потому что мы не в состоянии обнять Землю одним взглядом, как Луну.

Карта Луны, подобно обыкновенной географической, разделена на градусы широты и долготы. Надо только иметь в виду, что в телескопе мы усматриваем предметы в обратном виде: поэтому северная сторона Луны нам кажется обращенной к югу, а южная — к северу.

Сероватые пятна, разбросанные на поверхности Луны, имеют неправильную овальную или круглую форму. Эти пятна представляют собой обширные равнины; первые наблюдатели дали им название морей, хотя там нет ни капли воды.

На западной стороне можно рассмотреть простым глазом небольшое овальное пятнышко, которое лучше всего видно тогда, когда Луна находится в первой четверти. Это пятнышко называется морем Кризисов.

Несколько севернее лежит серое пятно, значительно большее по величине, также овальной формы, — это есть море Ясности. Между этими двумя



Рис. 34. Луна. Море Ясности.

морями находится море Спокойствия, которое разветвляется на две части, или заливы, имеющие некоторое сходство с человеческими ногами. Из этих заливов один называется морем Плодородия, другой, расположенный ближе к центру, — морем Нектара.

Недалеко от северного полюса находится продолговатое пятно, которое тянется с запада на восток, — это есть море Холода.

Вблизи него расположены озеро Снов и озеро Смерти.

Болото Туманов занимает западную часть моря Дождей, северные берега которого образуют круглый залив, который называется заливом Ирисов.

Вся восточная часть лунного диска представляет собой огромное сплошное пятно, края которого сливаются с освещенными частями лунной поверхности.

Северную часть этого пятна занимает довольно обширное море Дождей, соединенное с океаном Бурь, на берегу которого возвышаются два больших кратера — Кеплер и Аристарх. Большинство этих «морей», то есть равнин, имеют закругленные контуры и окружены горными цепями, так, например, море Опасности, море Сияния, море Дождей, окруженные с юга Карпатами и с юго-запада Апенниннами, с запада Кавказом и с северо-запада Альпами.

Гор на Луне очень много. Глядя в бинокль на Луну, когда она имеет вид серпа, можно видеть целый ряд круглых впадин, освещенных сбоку и покрытых тенью сверху, — это все кратеры вулканов.

На нижней части Луны (на карте — на верхней) можно в бинокль хорошо рассмотреть блестящую точку, от которой во все стороны расходятся лучи. Это есть величественная гора Тихо де Браге. Она представляет собой кратер-гигант, диаметр которого равняется 90 километрам. Увидеть этот кратер с помощью бинокля нельзя: для этого нужно взять телескоп средней силы.

Во время полнолуния гора Тихо окружена светлым кольцом, издающим такой ослепительный блеск, что глазам делается больно; поэтому рассмотреть подробности строения кратера во время полнолуния бывает довольно трудно.

Чтобы иметь представление о лунных горах, рассмотрим одну из самых типичных, именно так называемую гору Коперника. Середина ее имеет вид широкой круглой впадины, диаметр которой равняется 90 километрам. Во время полнолуния она испускает почти такой же сильный свет, как и гора Тихо. Внутренний край этого кратера весьма горист: он представляет собой тройную цепь скал; склон кратера усеян обломками утесов, нагроможденными в кучи. Эти осколки, вероятно, скатились с вершины и удержались на склоне благодаря первностям и шероховатостям почвы.

Высота лунных гор измерена с точностью до нескольких десятков метров, чего нельзя сказать про большинство гор, находящихся на Земле.

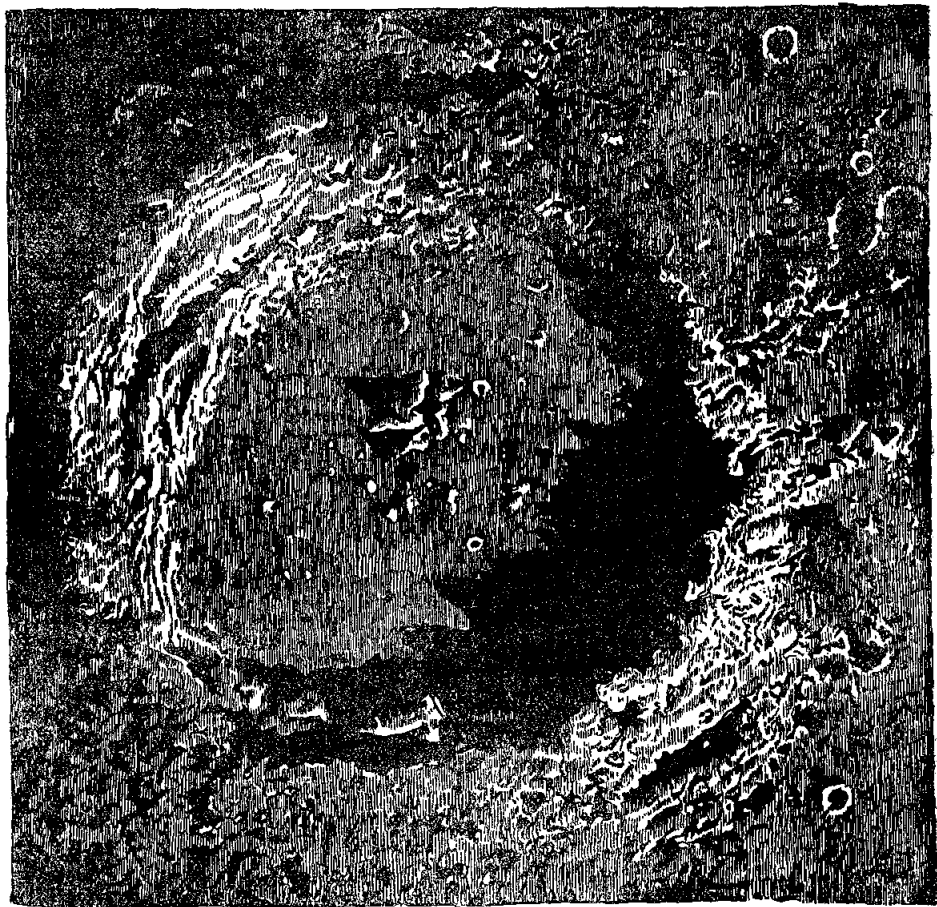


Рис. 35. Гора Коперника. Тип больших лунных кратеров.

Наиболее высокими горами на Луне следует считать:

Горы Лейбница . . . . .	7 610 метров	Кратер Курциуса . . . . .	6 770 метров
» Дерффеля . . . . .	7 600 »	Калипп (вершина Кавказа) . . . . .	6 216 »
Кратер Ньютона . . . . .	7 260 »	Гюйгенс (вершина Апеннин) . . . . .	5 560 »
» Клавиуса . . . . .	7 070 »	Шорт (возле Ньютона) . . . . .	5 550 »
» Каватуса . . . . .	6 960 »	Кратер Тихо . . . . .	5 300 »

Горы Лейбница и Дерффеля расположены недалеко от южного полюса нашего спутника. Эти две цепи иногда бывают видны в профиль во время солнечных затмений. На полюсах Луны, где нет, однако, ни льда, ни снега, находятся странные горы: вершины их никогда не видали ночи, — тут Солнце никогда не заходит! Их по справедливости можно назвать горами вечного света.

Как обширны лунные кратеры? Отверстия самых больших вулканов, действующих на Земле теперь, имеют не более тысячи метров в диаметре.

Один из кратеров Везувия, образовавшийся очень давно, во время прежних извержений, имеет в ширину 3 600 метров, а кратеры Валь дель Бове — 5 500 метров.

На Луне кратеры вулканов отличаются гораздо большими размерами. Так, кратер Клавиуса имеет в диаметре около 200 километров, кратер Шиккарда — почти столько же, и т. д.

Горы на Луне немного не достигают такой высоты, как на Земле, но если сравнить высоту гор с размерами обеих планет, то окажется, что Луна больше заслуживает названия гористой планеты, чем Земля. В самом деле, высочайшая вершина на Земле, Гаурисанкар в Гималаях, имеет 8 840 метров в высоту, высочайшая вершина на Луне — в цепи гор Лейбница и Дерффеля — имеет 7 600 метров, но в то время как отношение гималайской вершины к диаметру Земли составит  $\frac{1}{1440}$ , отношение лунной вершины к диаметру Луны —  $\frac{1}{470}$ , то есть превышает первое больше чем в три раза. Но мы должны тут сделать существенную поправку: высота гор на Земле считается от уровня моря, на Луне нет моря, поэтому мы должны к видимой высоте земных гор прибавить еще наибольшую глубину моря. Сделав эту поправку, мы найдем отношение высочайшей горной вершины на Земле к ее диаметру равным  $\frac{1}{730}$ . Но и в этом случае горы на Луне значительно выше приподняты над поверхностью, чем на Земле.

Все горы на Луне вулканического происхождения.

Это доказывают огромные кольцеобразные валы, цирки, разбросанные по поверхности Луны, обширные круглые отверстия, венчающие горные вершины, которым дали название кратеров. Существование многочисленных кратеров и валов, истерзанная поверхность этих цирков, их огромная величина красноречиво говорят о том, что некогда на Луне происходили еще более бурные геологические перевороты, чем на Земле. Луна также находилась некогда в расплавленном, жидком состоянии; охладившись, она покрылась твердой корой. Эта кора вначале была очень тонка и поэтому



Рис. 36. Лунные Апеннины с трещинами и три кратера: Архимед, Аристилл и Автолик.



не могла выдерживать напора газов и паров, клокотавших где-то глубоко под поверхностью; стремясь вырваться наружу, они производили сильное давление на верхние слои и пробивались наружу в местах наименьшего сопротивления, сильно поднимая вверх почву. К этой эпохе относится, вероятно, образование тех обширных кольцеобразных валов, внутренность которых состоит из равнин, получивших название морей. Выше мы упомянули уже, что так называемые моря, как, например, море Ясности, море Кризисов, море Дождей, имеют круглую форму.

Другие, менее сильные поднятия почвы лунного шара произошли тогда, когда кора приобрела большую крепость и устойчивость. К этой эпохе относится появление больших кратеров, как, например, кратер Клавиуса и др., которые по своим размерам значительно уступают описанным выше кольцеобразным валам.

Многочисленные кратеры средней величины образовались еще позже. Это последовательное уменьшение величины кратеров очень понятно: с течением времени оболочка коры делалась все толще и массивнее и, таким образом, могла с большим успехом сопротивляться давлению газов, напиравших снизу.

На рис. 36 изображено одно из самых замечательных мест на Луне, именно цепь Апеннин, которая окаймляет широкое море Дождей. Эта горная цепь имеет в длину 700 километров; максимальная высота отдельных вершин равняется 5 тысячам метров. Эти возвышенности освещены яркими лучами Солнца и резко вырисовываются на фоне черных теней, отбрасываемых ими далеко от себя. Лучше всего они видны в то время, когда Луна находится в первой четверти.

Большое сияющее отверстие, находящееся почти в середине видимого диска Луны, — это кратер Архимеда, диаметр его — 80 километров, а высота — 1 900 метров. Сбоку расположены два других кратера — Автолик и Арицилл.

На этом же рисунке можно видеть странные трещины, которые бороздят лунные равнины. Недалеко от кратера Архимеда начинается одна из таких трещин, которая имеет в длину 150 километров, в ширину — 1,5 километра, в глубину — несколько километров.

Таким образом, между горами на Луне и горами на Земле большая разница: первые как будто высверлены внутри, причем глубина полого кратера значительно превышает наружную высоту горы.

Некоторые места на Земле имеют большое сходство с известными частями лунной поверхности, как, например, местность, расположенная вокруг Везувия. Это сходство бросается каждому в глаза при взгляде на рельеф почвы там и здесь. На рис. 37а и 37б даны два вида; на одном изображен вулканический участок на Луне, на другом — окрестности Неаполя: Неаполитанский залив, Везувий, Сольфатар и другие вулканы.

Везувий — один из самых больших вулканов в Европе — занял бы

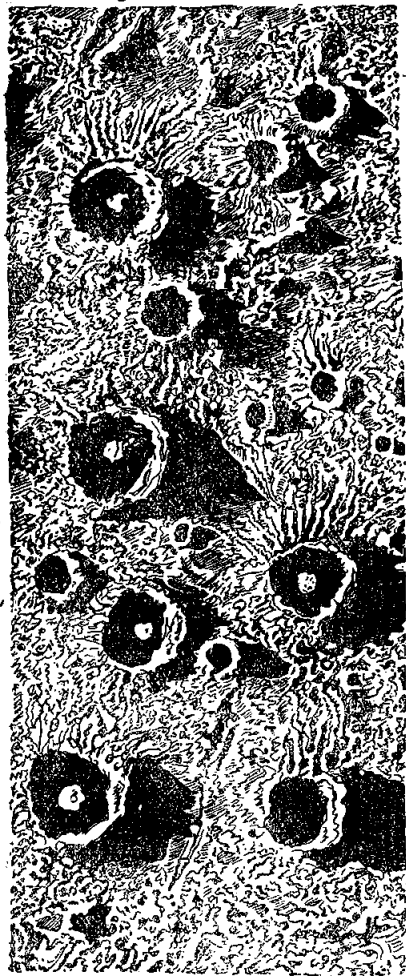


Рис. 37а. Вулканическая местность на Луне.

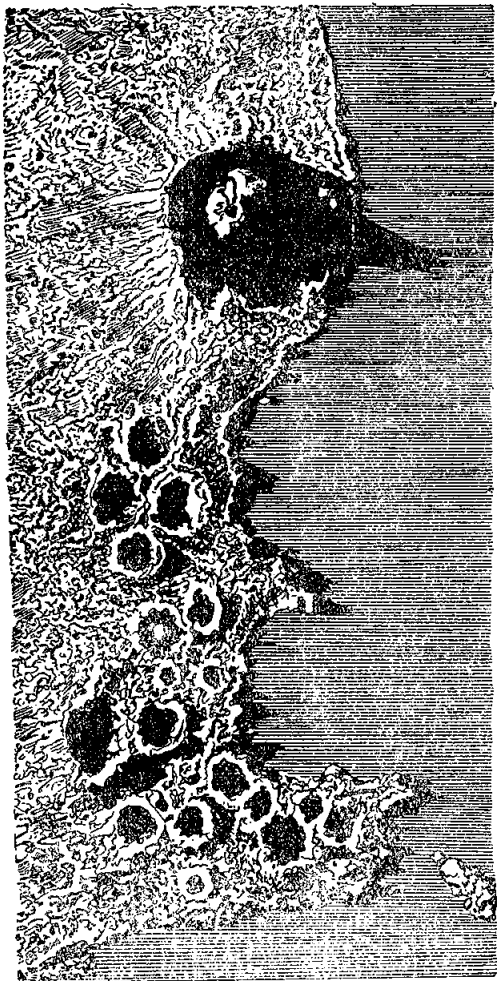


Рис. 37б. Вулканическая местность в окрестностях Неаполя.

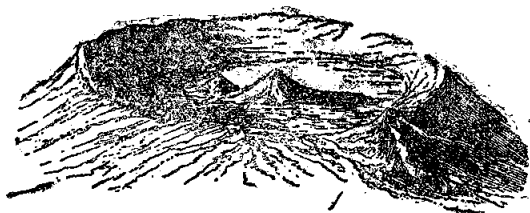


Рис. 38. Тип лунной горы.

место среди маленьких, едва заметных кратеров Луны, расположенных вокруг горы Коперника.

В других местах земного шара также можно встретить местности, по своему характеру весьма напоминающие поверхность Луны.

Одна из альпийских вершин — Юнгфрау, возле Интерлакена, — бывает иногда так освещена лучами заходящего Солнца, что становится весьма похожей на лунную гору.

Еще большее сходство с лунной горой представляет потухший кратер возле горы Геклы в Исландии.

Даже во Франции, именно на возвышенности Оверни, попадаются местности, которые напоминают собой гористые пейзажи Луны.

Внимательно наблюдая лунные пятна, можно заметить, что они всегда занимают одно и то же положение; в различные моменты лунных фаз они то входят в тень, то выходят из нее, но никогда не меняют своего места. Это происходит оттого, что Луна всегда обращена к нам одной стороной: в течение того времени, что Луна совершает свой путь вокруг Земли, она успевает сделать полный оборот вокруг самой себя.

С первого взгляда это кажется несколько странным, — раз Луна вращается вокруг своей оси, то она должна показываться нам последовательно всеми своими сторонами, а не одной только. На самом деле это не так. Вы стоите, например, на открытом месте; поворачиваясь кругом, в одну и ту же сторону, вы последовательно видите все точки горизонта, другими словами, вы вращаетесь вокруг себя. Теперь представьте себе, что вы кружитесь вокруг врытого в землю столба, повернувшись к нему лицом. Когда вы сделали полный оборот вокруг столба, вы в то же самое время успели обернуться также вокруг себя, так как вам приходилось, как и в первом случае, последовательно смотреть на все точки горизонта.

То же самое проделывает Луна; для того чтобы глядеть одной стороной на Землю, вокруг которой она кружится, она обязательно должна поворачивать эту сторону ко всем точкам пространства; таким образом, Луна делает полный оборот вокруг себя в течение того времени, какое ей нужно для того, чтобы совершить свой путь вокруг Земли.

Так как нашему зрению доступна только одна сторона Луны, именно та, которая обращена к Земле, то отсюда следует, что противоположная сторона для нас остается скрытой навсегда, мы никогда не увидим ее.

Земля, как мы знаем, в 24 часа обращается вокруг своей оси, Луна же делает полный оборот вокруг самой себя в  $29\frac{1}{2}$  дней, отсюда следует, что наши сутки распределяются на Луне на  $29\frac{1}{2}$  дней, то есть день и ночь длятся на Луне почти по две наших недели (точнее, 14 дн. 18 час.).

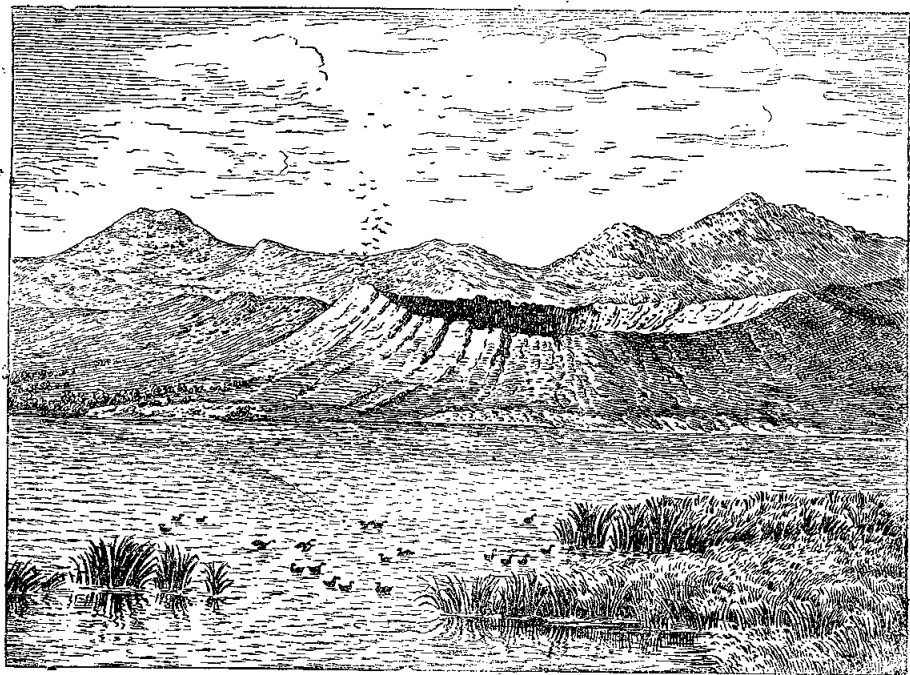


Рис. 39. Потухший вулкан в Исландии, имеющий некоторое сходство с лунным кратером.

Строго говоря, мы видим несколько больше, чем одну половину Луны, которой она обращена к нам. Дело в том, что Луна движется то быстрее, то медленнее, находится то выше, то ниже земного экватора. Благодаря этим качаниям, размах которых имеет  $6^{\circ} 51'$  широты и  $7^{\circ} 54'$  долготы, мы имеем возможность заглянуть немного на другую сторону планеты. Повидимому, противоположное полушарие Луны по устройству своей поверхности не отличается от того, которое мы знаем. Было бы, конечно, гораздо приятнее иметь точное представление о том, какой вид имеет это скрытое от нас полушарие Луны, но, к сожалению, мы навсегда принуждены ограничиться одними только предположениями.



## Атмосфера Луны

Обитаема ли Луна? Есть ли на ней живые существа, люди и животные? Вот вопрос, который давно уже интересует людей. Одним из существеннейших условий для жизни является атмосфера, или воздух, без которого существование нам кажется невозможным. Мы, конечно, не знаем всех тех форм, в каких может проявляться жизнь. Но чтобы не переноситься в область фантастических предположений, а оставаться в мире реальных факторов, мы должны все-таки считаться с той неоспоримой истиной, что никакой живой организм, какого бы он ни был происхождения — животного или растительного, — без воздуха существовать не может.

Есть ли атмосфера на Луне? Решение этого вопроса может сразу нам выяснять, обитаема ли Луна существами, имеющими такую же физическую организацию, как и мы, или нет.

Различные исследователи единогласно пришли к тому выводу, что атмосферы, такой, какая окружает нашу планету, на Луне не существует.

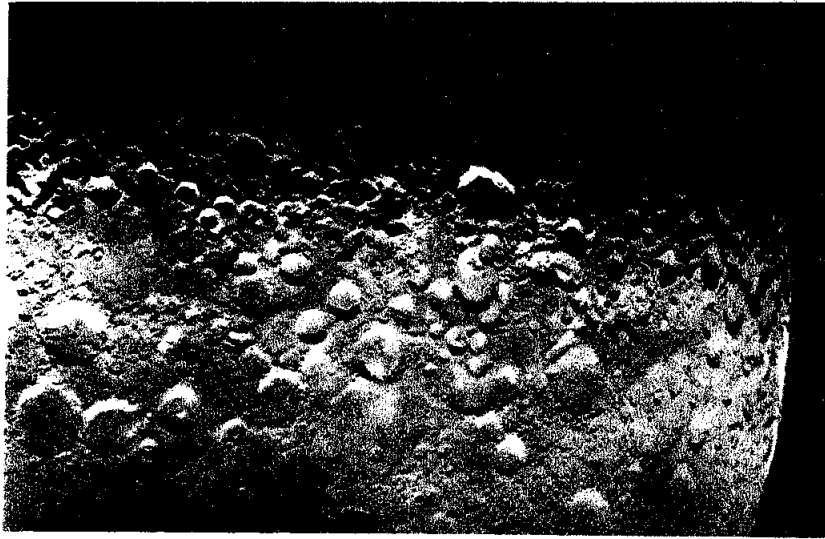
К этому выводу они пришли на основании следующих соображений.

Прежде всего, до сих пор никогда не удавалось заметить на Луне облаков или туманов; если бы они существовали, они обязательно должны были бы заволакивать собой то ту, то другую часть лунного диска, между тем этого именно и не наблюдается: лунный диск всегда чист и ясен.

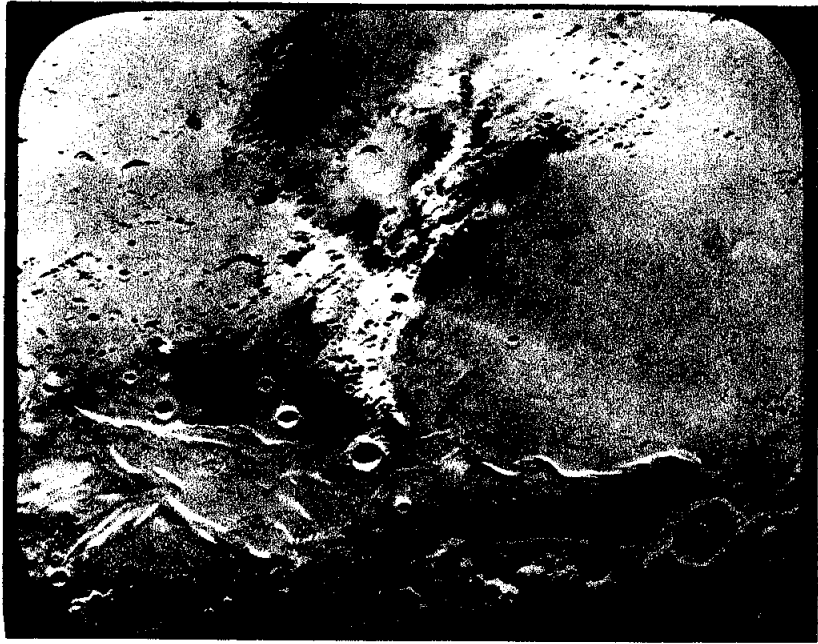
Далее, известно, что наши сумерки, вечерние и утренние, обусловлены существованием атмосферного воздуха, в котором световые лучи испытывают известное преломление; между тем на Луне не наблюдается и следа сумерек: освещенные части резкой линией отделяются от неосвещенных, так что полутени отсутствуют совершенно.

Самым лучшим доказательством отсутствия атмосферы на Луне считается следующее явление. Луна, проходя мимо какой-нибудь планеты или звезды, совершенно закрывает ее от нас. Заметив момент, когда планета скрылась из виду, и момент, когда она снова заблестала на небе, можно легко узнать, в течение какого времени эта планета была невидима для нас. При существовании атмосферы на Луне следовало бы ожидать, что планета будет видима еще несколько времени после того, как Луна закроет ее своим диском, и, с другой стороны, планету надо было бы видеть несколько раньше, чем Луна освободит ее, потому что при существовании даже очень разреженной атмосферы лучи света, испускаемые планетой, должны были бы соответственным образом преломиться и вызвать у нас этот обман зрения. Между тем теоретическое вычисление и непосредственное наблюдение поразительно подтверждают друг друга: лучи планеты, значит,

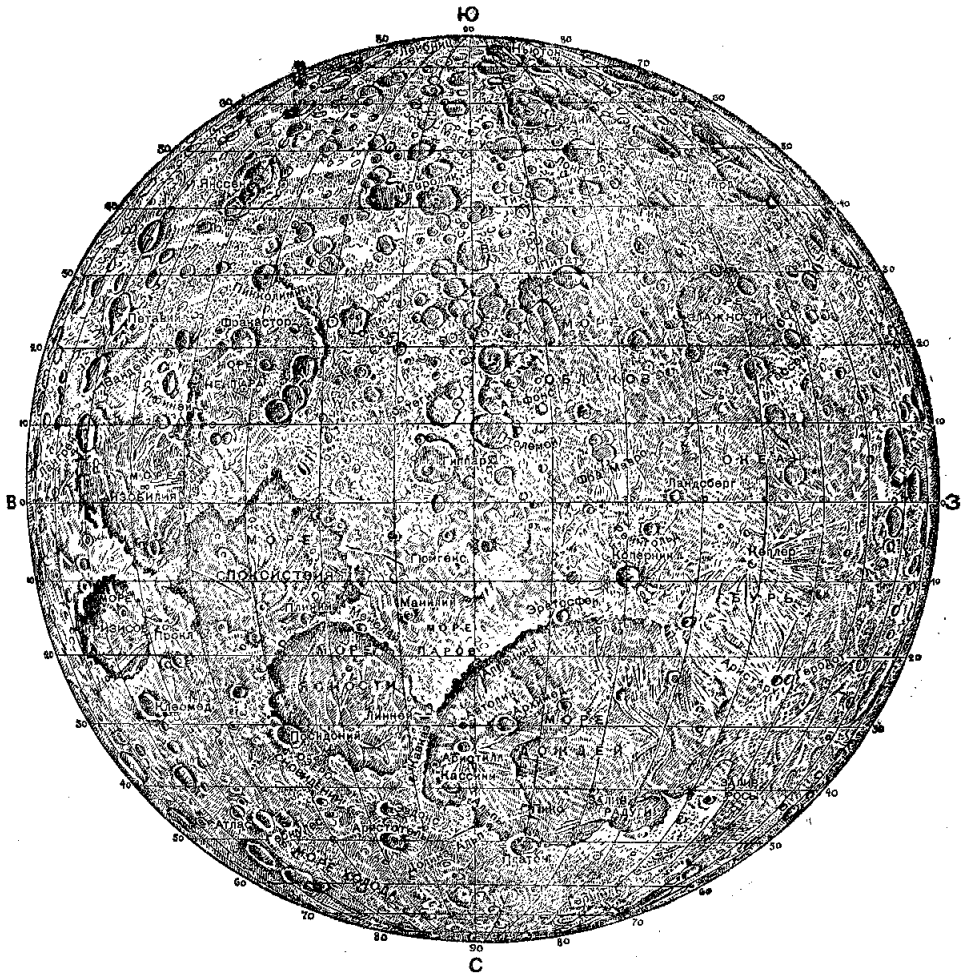
ТАБЛИЦА I



Море Дождей и море Язвости на Луне  
(фотография).



Часть Луны по фотографии. Подобно этому она выглядит  
и при наблюдениях в телескоп.



Карта луны

не подвергались ни малейшему отклонению при прохождении ее мимо Луны; отсюда неизбежный вывод, что если на Луне есть какая-нибудь атмосфера, то она менее плотна, чем та среда, которая называется пустотой под колоколом пневматической машины.

Луна отражает получаемые от Солнца лучи, как зеркало, не видоизменяя их нисколько, что наглядно доказывается спектральным анализом, с которым мы скоро познакомимся.

Вообще условия существования на Луне сильно разнятся от тех, к которым мы привыкли здесь, на Земле. Вследствие отсутствия атмосферы на Луне нет голубого небосвода, окружающего Землю, нет воды, нет и облаков, зато в глубине необъятного пустого пространства мириады звезд видны днем так же хорошо, как и ночью.

Количество получаемой от Солнца теплоты на Луне почти то же, что и на Земле, но распределение этой теплоты на Луне иное. Днем лучи Солнца, не задерживаемые и не рассеиваемые атмосферой, падают почти отвесно и сильно накаляют почву, ночью же вся теплота, накопившаяся за день, мгновенно улетучивается, так как атмосфера нисколько не препятствует такому колоссальному лучеиспусканию. Вслед за знойным днем наступает морозная ночь.

Аналогичное явление, но в меньшем, конечно, масштабе, наблюдается в сухих, жарких странах нашего континента: в Сахаре томительно жаркий день сменяется настолько холодной ночью, что путешественники, днем сидевшие на верблюдах полуодетыми, с наступлением вечера принуждены закутываться в теплые одежды, чтобы не чувствовать холода.

Не надо к тому же забывать, что на Луне, как мы уже заметили, сутки длятся не 24 часа, а почти целый месяц, день там тянется 2 недели с лишним, то есть 354 часа, а ночь столько же.

Можно себе представить, какая адская жара стоит там к концу дня и какой смертельный холод царит ночью!

День и ночь наступают быстро, сумерек нет совсем. Лишь только Солнце взойдет, как наступает яркий день. Ничто не ослабляет и не смягчает силы солнечных лучей: Солнце светит здесь ослепительно ярко и жжет, точно пламя, но войдите в тень, отбрасываемую какой-нибудь скалой, и вас охватят непроглядная тьма и сильный холод. На вершинах гор здесь нет ни снега, ни ледников, в глубине долин ни одной речки, ни одного потока, не говоря уже о том, что нигде нет ни морей, ни озер.

Как мы уже заметили, все тела на Луне имеют очень малый вес и отличаются поэтому необыкновенной подвижностью. Человек должен ощущать изумительную легкость при ходьбе: быстро перескочить через широкую зияющую пропасть, одним прыжком очутиться на вершине высокой скалы или бегать с быстротой ласточки, рассекающей воздух, не должно составлять ни малейшей трудности для обитателя Луны. Но есть ли обитатели на этой странной планете? Вот вопрос, которым мы займемся в следующей главе.



## Обитаема ли Луна?

С древнейших времен человек интересуется таинственным светилом, освещающим своим нежным сиянием Землю, когда она находится в объятиях ночи. Каких только предположений не делали насчет природы и обитателей нашего спутника! Древнегреческий писатель Плутарх написал целую книгу о Луне; он говорит, что она населена людьми, которые в среднем в 15 раз тяжелее по весу, чем мы. Со времен Плутарха не прошло столетия, чтобы не высказывалось несколько новых фантазий о том, каким образом сложилась жизнь на Луне. Сколько фантастических путешествий было сделано на Луну на воздушных шарах, в пушечных ядрах и т. д.!

Но все эти полеты воображения не имеют никакого научного значения. Усовершенствованные телескопы показали, что так называемого лика Луны не существует вовсе. Галилей, впервые приспособивший оптические стекла для астрономических наблюдений, скоро отметил существование высоких гор на Луне.

Позднейшие наблюдатели приняли обширные равнины, окаймленные скалами, за моря и поспешили дать им названия, которые остались за ними до сих пор.

Во времена короля Людовика XIV ученые серьезно носились с мыслью построить телескоп такой силы, чтобы можно было с его помощью видеть животных на Луне. Но чем более совершенствовался телескоп, тем больше люди убеждались в том, как мало сходства между Землей и ее неразлучным спутником.

Внимательное наблюдение показало, что на Луне нет ни морей, ни озер, ни рек, ни ручьев, ни облаков, ни снега, ни ледников... Поэтому ученые поторопились удариться в противоположную крайность и объявили, что на Луне нет никаких признаков жизни, что Луна есть абсолютно мертвая планета.

Доказывая необитаемость Луны, очень часто ссылаются на то обстоятельство, что на Луне не видно никакого движения, когда смотришь на нее в подзорную трубу.

В самом деле, самые сильные телескопы в мире, как, например, колоссальный телескоп Росса, имеющий в длину 16 метров, а в диаметре 1 метр 82 сантиметра, телескоп Ласселя длиной 11 метров, шириной 1 метр 22 сантиметра, телескопы Ликской обсерватории в Калифорнии с громадными объективами и зеркалами дают наибольшее полезное увеличение в 2 тысячи раз, дальнейшее увеличение идет в ущерб ясности поля зрения. Но увеличить в 2 тысячи раз — это значит геометрически сократить расстояние

в 2 тысячи раз, так что если Луна отстоит от Земли на 384 тысячи километров, то с помощью самого усовершенствованного телескопа можно хорошо видеть Луну на расстоянии  $\frac{384\,000}{2\,000} = 192$  километрам. Это расстояние при исключительно благоприятных условиях (абсолютная ясность неба, прозрачность воздуха и т. д.) удалось сократить еще наполовину; но все-таки можно ли рассмотреть движение какого-нибудь небольшого предмета, когда он удален от нас на 100 километров?

Кто делал экскурсии на воздушном шаре, тот знает, что на сравнительно небольшой высоте невозможно бывает заметить ни малейшего движения на Земле; если не знать заранее, что под тобой кипит деятельная жизнь, что во всех направлениях спуют люди, бегают по рельсам поезда, бороздят море пароходы, то никогда нельзя было бы догадаться об этом, сидя в лодочке аэростата и глядя на темнеющую внизу полосу Земли.

Затем не надо забывать, какую важную роль играет при астрономических наблюдениях то или иное освещение. Вид планеты, когда мы ее наблюдаем, сильно меняется в зависимости от того, освещается ли она отвесными или косыми лучами Солнца.

Не подлежит никакому сомнению, что до сих пор на поверхности Луны происходят изменения в почве.

Резкие переходы от очень высокой температуры к очень низкой, совершающиеся каждый месяц, должны оказывать разрушительное действие на камни, которые то подвергаются сильному расширению, то не менее сильному сжатию.

Геологические новообразования и теперь еще замечаются на Луне. Так, 19 мая 1876 года был открыт новый кратер, имеющий диаметр 4 500 метров; он находится вблизи местности, которая называется морем Паров.

Я лично в свое время (1873 год) очень интересовался этой местностью и сделал до 30 подробных рисунков ее окрестностей, но мне ни разу не приходилось видеть ничего такого, что напоминало бы какое-нибудь новообразование, между тем теперь новый кратер отчетливо вырисовывается на том месте, где раньше был склон, переходивший в равнину.

Известны случаи, что лунные вулканы то появляются, то исчезают.

В море Нектара находится небольшой сравнительно кратер, диаметр которого равен тысяче метров. В 1830, 1837, 1842 и 1843 годах различными астрономами производилось тщательное изучение рельефа Луны, причем составлялись подробнейшие карты и рисунки, но этого кратера никто не замечал. Только в 1853 году он впервые открыт и занесен на карту Шмидтом.

В 1875 году английский астроном Нейсон констатировал полное исчез-

повение этого вулканического образования, которое в последние годы снова сделалось видимым на лунной поверхности<sup>1</sup>.

Есть ли признаки жизни на Луне? Есть ли на ней растительность, имеющая сходство с нашей?

Как убедиться в существовании растительности на Луне? Разумеется, таких мест, которые по своему виду походили бы на наши зеленые луга или леса, на Луне нельзя видеть даже в сильнейший телескоп, но некоторые местности, как показали наблюдения, имеют изменчивый зеленоватый оттенок. Этот оттенок лежит на всей области, называемой морем Ясности; по мнению Клейна, он обусловлен растительностью, по какой — определить невозможно, может быть, это сплошной мох или лишайники.

Отметим любопытное явление: на Луне существуют долины и равнины, на которых происходит своеобразная игра света и тени. Так, арена большой круглой равнины, окруженной горами, называемой цирком Платона, становится тем более темной, чем больше она освещается лучами Солнца, что, повидимому, противоречит сущности всех известных нам оптических явлений.

Весьма возможно, что это периодическое изменение в интенсивности освещения, видимое в телескоп, обусловлено переменами, происходящими в окружающей растительности.

На большой котловине, называемой Альфонс, можно видеть три пятна, которые утром светлы, затем темнеют, по мере того как Солнце подымается над горизонтом этого места Луны, и снова светлеют, когда Солнце близится к закату.

Таким образом, мы приходим к заключению, что на Луне происходили и, может быть, до сих пор происходят геологические перевороты, что атмосфера ее, если она есть, весьма разрежена и что жизнь на ее поверхности, может быть, все-таки существует, хотя мы и не замечаем никакого движения на планете. Во всяком случае, эта жизнь должна быть очень не похожа на земную.

Прежде чем расстаться с нашим спутником, мы считаем необходимым коснуться в общих чертах вопроса, какой вид имеет наша Земля, рассматриваемая с Луны.

Есть ли еще обитатели на Луне, находятся ли они в периоде упадка и доживают свои последние дни, или же, что всего вероятнее, они окончательно перестали существовать и уснули вечным, могильным сном, — если они вообще существовали, — мы решить в точности не можем; тем не менее экскурсия на Луну во всех отношениях интересна для нас.

---

<sup>1</sup> Изменения на Луне, описываемые здесь автором, служили темой оживленных споров во второй половине прошлого века. В настоящее время перечисленные выше изменения приходится признавать недостоверными. В XX веке многочисленные фотографии Луны, более точные, чем прежние рисунки, не обнаружили на поверхности Луны никаких изменений. — *Прим. ред.*

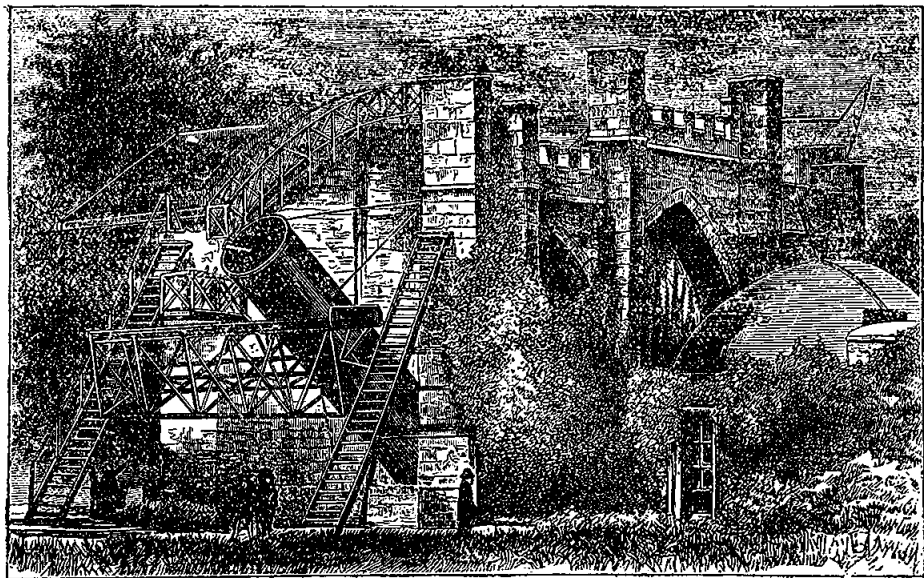


Рис. 40. Большой телескоп Росса (середина XIX века).

Что прежде всего поражает вас на Луне — это глубокая тишина, царящая вокруг. Не слышно ни единого звука, да и слышать невозможно, потому что атмосфера практически отсутствует. Звук, как каждому известно из элементарной физики, представляет собой движение воздушных волн, распространяющихся в пространстве с известной скоростью. Но раз атмосферы почти нет, то и звуков, то есть колебательных движений воздуха, не может быть. Воображаемые путешественники, явившиеся с Земли, желая говорить друг с другом, только напрасно двигали бы губами, — из горла не исходило бы ни единого звука. Если бы вблизи этих путешественников обрушилась целая гора, они не услышали бы никакого треска, ни малейшего шума.

Это страна вечной тишины.

Какой странный вид имеет здесь небо! Тут нет ничего напоминающего наш голубой небосвод, который создается рассеянием солнечных лучей в воздухе. Ослепительное Солнце сверкает в пространстве, а небо имеет вид необъятной темной бездны, усеянной мириадами светил, которые на Земле нам бывают видны только ночью. Звезды среди белого дня — явление для нас, во всяком случае, необычайное.

Воздушной перспективы на Луне не существует.

Предметы, наиболее удаленные, так же хорошо видны, как и те, что находятся вблизи; весь пейзаж находится как бы в одной плоскости. Тут нет

тех испарений, всегда носящихся над Землей, которые так увеличивают расстояния, заволакивая даль голубоватой дымкой. Резкий, ослепительно яркий однообразный свет озаряет утесы, окружающие цирки и кратеры; небо не шлет ни единого луча; все, что не находится прямо на пути солнечных лучей, остается погруженным во мрак.

Среди многочисленных планет и звезд, сверкающих в вышине, выделяется большой блестящий диск, имеющий сходство с Луной, но по размерам в 4 раза больший, чем она. На поверхности этого диска можно невооруженным глазом рассмотреть пятна, своими очертаниями напоминающие что-то очень знакомое. Всмотритесь: вот большой желтоватый треугольник на зеленоватом поле — это Африка, вот, дальше, Европа, Азия, Америка.

Зеленоватое поле — это океаны и моря. Сомнений тут быть не может: этот блестящий шар, эта большая Луна — наша Земля! Если смотреть на нее с Луны, то она кажется такой же светлой, как и эта последняя, но свет, отбрасываемый Землей, в 14 раз ярче лунного света, потому что Земля имеет поверхность в 14 раз большую, чем Луна.

Земля, как и ее спутник, испускает свет отраженный, получаемый ею от Солнца, и имеет свои освещенную и теневую стороны, поэтому на Земле, рассматриваемой с Луны, также наблюдаются фазы, но они по времени как раз противоположны лунным; именно в то время когда мы любимся серебряными рогами молодого месяца, предполагаемые обитатели Луны видят Землю в полном освещении, то есть у них тогда сияет полная Земля, и, наоборот, когда у нас полнолуние, у них виднеется серп новой Земли.

Далее, на Луне должны наблюдаться любопытные полные солнечные затмения, длящиеся целыми часами; точно так же должны быть видимы частные затмения Земли в то время, когда наша планета попадает в тень, отбрасываемую Луной.

Различные части земной поверхности, рассматриваемые с Луны, кажутся далеко не одинаково освещенными. На обоих полюсах земного шара замечаются два больших белых пятна, которые периодически изменяют свою величину. По мере того как одно увеличивается, другое уменьшается. Относительно происхождения этих пятен на полюсах Земли обитатели Луны делают тысячи различных предположений, но все они, наверное, далеки от истины.

В тот момент когда Америка начинает исчезать с восточной стороны нашей планеты, с Луны можно видеть, как на неосвещенной части вырываются высокие вершины Кордильер, очертания которых выступают в ослепительном блеске. Затем с противоположной стороны показывается огромное темное пятно, которое делается все шире и шире, постепенно захватывая почти все полушарие: это Великий океан, усеянный множеством островов.

Вот на севере, недалеко от полярных льдов, у того места, где находится

Камчатка, выглянула светлосерая точка; она растет, постепенно вытягиваясь в продолговатое пятно, по направлению к западу. Это Старый свет — Азия, со своей обширной разнообразной поверхностью.

Посредине этого пятна проходит ослепительно яркая полоса — это цепи Алтайских и Гималайских гор. Эта обширная полоса начинается у великой пустыни Гоби, тянется через все центральное плоскогорье Азии, через Афганистан и Персию и доходит до песчаных равнин Аравии, Нубии и Сахары.

Над Сахарой различают маленькое темное пятнышко с неправильными очертаниями — это Средиземное море, которое служит южной границей для местности серо-зеленого цвета; эта местность, в глазах обитателей Луны заслуживающая так мало внимания, — наша Европа.

Что касается Франции, то надо иметь очень острое зрение, чтобы ее рассмотреть, но в телескоп такого размера, как наибольший из земных телескопов, можно было бы разглядеть Пиренеи, Альпы, Ламанш, Рейн, устья Гаронны и Сены и даже те места, где находится Париж и другие большие города.

Европа представляет собой крайнюю западную границу старого континента. Еще несколько градусов поворота на оси — и земной шар принимает совершенно другой вид: материк исчез, и жители Луны видят большое темное пятно — Атлантический океан; спустя некоторое время начнут выделяться контуры Америки — исходной точки нашего описания.

Лунный мир еще далеко не изучен, как следует. Ближе познакомиться с этим миром нам удастся только тогда, когда наши подзорные трубы, наши телескопы станут еще лучше, еще совершеннее, чем теперь.



## Затмения Луны

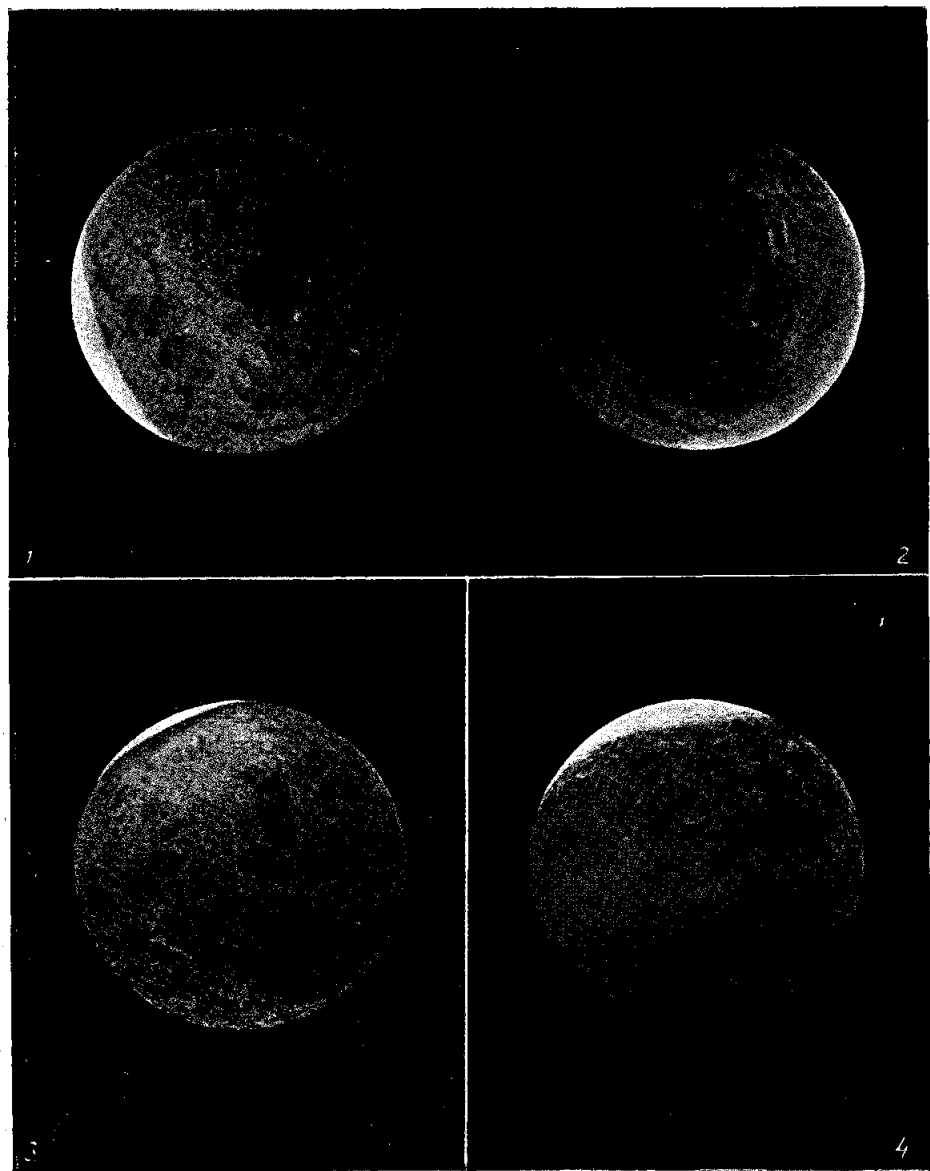
Когда блестящее дневное светило, сверкающее на синем безоблачном небе, вдруг начинало тускнеть и покрываться тенью, то неудивительно, что при таком необыкновенном явлении первобытного человека охватывал ужас: ему казалось, что злые духи одолели благодетельное светило и что Земля обречена на гибель, так как никогда больше не увидит света.

Во все времена и у всех народов солнечные и лунные затмения наравне с кометами считались предвестниками большого бедствия — голода, войны, чумы и т. д.

Армия Александра Македонского накануне сражения при Арабеллах чуть не пришла в сильное расстройство, когда увидела солнечное затмение. Смерть афинского полководца Никия и поражение его войска в Сицилии совпали с лунным затмением и были объяснены влиянием этого таинственного явления. Христофор Колумб очень ловко воспользовался лунным затмением, наступление которого было ему заранее известно по вычислению, чтобы усмирить восстание жителей Ямайки против испанских завоевателей. Колумб со своим малочисленным отрядом был на волосок от гибели: туземцы перестали ему повиноваться и отказались доставлять съестные припасы. Тогда Колумб объявил островитянам, что если они не покорятся, то он лишит их лунного света. Туземцы сначала недоверчиво отнеслись к этой угрозе, но когда заметили, что она приводится в исполнение (затмение только что началось), они уверовали в сверхъестественную власть белого человека и, упав перед ним на колени, стали умолять его вернуть им исчезнувшее светило.

Солнечные затмения вызывали большую панику и в Европе. 21 августа 1560 года ожидалось, на основании астрономических вычислений, полное солнечное затмение во Франции. Это предсказание вызвало самые разнообразные толки в народе. Одни ждали большого государственного переворота и падения Рима; другие утверждали, что близится конец мира и что должен наступить потоп, который поглотит вселенную; третьи распространяли слух, что должна появиться чума. Этот слух казался наиболее правдоподобным и навел такой ужас на парижан, что они, по совету врачей, прятались в погреба, которые хорошо отапливали и окуривали различными ароматическими травами, чтобы не сделаться жертвой страшной госты.

В провинции царил еще большая паника. Там под влиянием религиозной агитации твердо верили, что мир доживает свои последние дни; каждый спешил исповедаться, и церкви ломились от массы людей, желавших покаяться в грехах в последнюю минуту. Рассказывают, что один деревенский



Фазы лунного затмения.



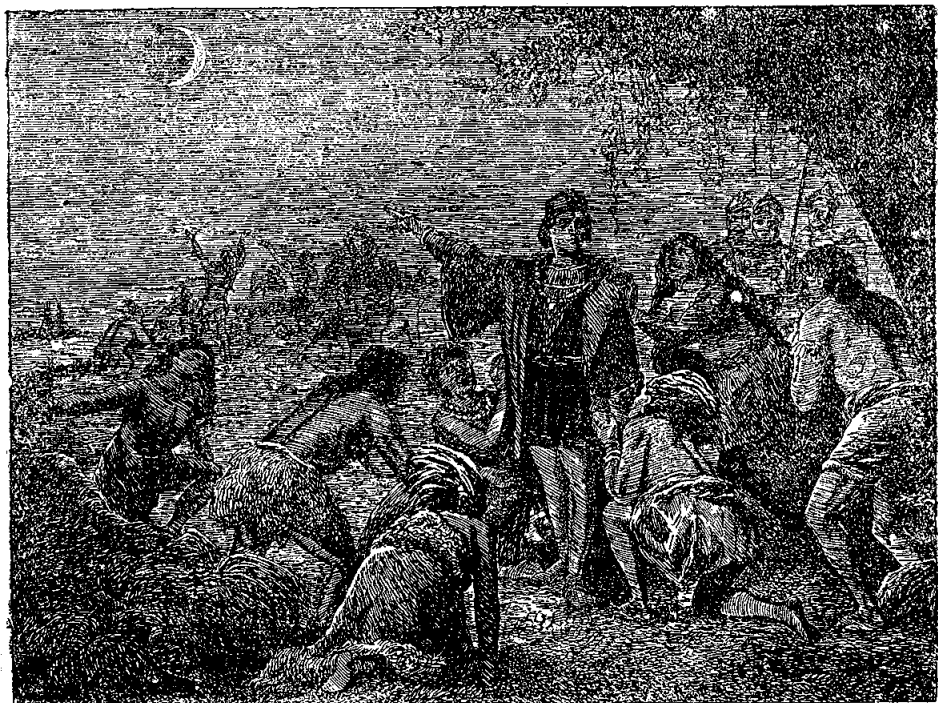


Рис. 41. Христофор Колумб «лишает» туземцев лунного света.

священник объявил своим прихожанам, что они не должны так торопиться, так как ввиду громадного стечения кающихся затмение отложено на две недели. Этому заявлению охотно поверили, и добрые католики разошлись по домам, с тем чтобы через несколько дней снова нести свои гроши за «отпущение грехов» в карман ловкого пройдохи.

Как солнечные, так и лунные затмения обусловлены движением Луны вокруг Земли. В первом случае Луна становится между Солнцем и Землей, закрывая собой весь или только часть солнечного диска; во втором случае Луна попадает в тень, отбрасываемую Землей, и перестает быть видимой.

Солнечные затмения происходят гораздо чаще лунных, но зато они бывают видимы далеко не во всех частях земного шара: так, в одних местностях наблюдается полное солнечное затмение, в то же самое время в других — частное, а в некоторых местах вовсе не бывает тогда и следа какого-нибудь затмения.

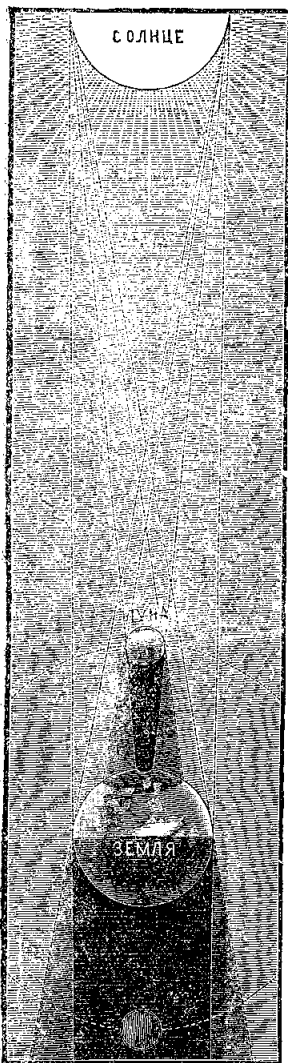


Рис. 42. Теория лунных затмений (схема).

В Париже полное солнечное затмение наблюдалось в последний раз 22 мая 1724 года, в продолжение всего XIX века не было ни одного; следующее почти полное затмение было 17 апреля 1912 года, а настоящее полное, которое будет длиться несколько минут, наступит только 11 августа 1999 года.

С лунными затмениями дело обстоит иначе. Они бывают ежегодно и даже иногда два раза в году. Цикл этих затмений правильно повторяется через каждые 18 лет 11 дней, и они бывают видны во всех точках данного полушария Земли, отчего в каждой данной местности и наблюдаются чаще солнечных.

Явление затмений объясняется следующим образом.

Солнечное затмение бывает только во время новолуния, лунное — только во время полнолуния.

Во время новолуния Луна, находясь между Землей и Солнцем, может закрыть своим диском наше дневное светило; в период полнолуния Земля находится между Солнцем и Луной и может поэтому загородить собой дорогу солнечным лучам, которыми освещается Луна, и поэтому Луна временно погружается во мрак.

Если бы Луна вращалась вокруг Земли в той же самой плоскости, в какой наша планета вращается вокруг Солнца, то солнечные затмения наблюдались бы каждое новолуние, а лунные — каждое полнолуние.

Но в действительности этого не бывает; эти плоскости не совпадают, и Луна обыкновенно проходит несколько выше или несколько ниже теневого конуса, отбрасываемого Землей, и, вместо того чтобы прорезать его или даже задевать на своем пути, она проходит мимо: в таких случаях затмения, конечно, не бывает.

Хотя Луна несравненно меньше по своим размерам, чем Солнце, тем не менее мы ее видим почти под тем же углом, что и Солнце, потому что она гораздо ближе к нам. Случается даже, что благодаря изменению в расстояниях этих двух светил от Земли они попеременно

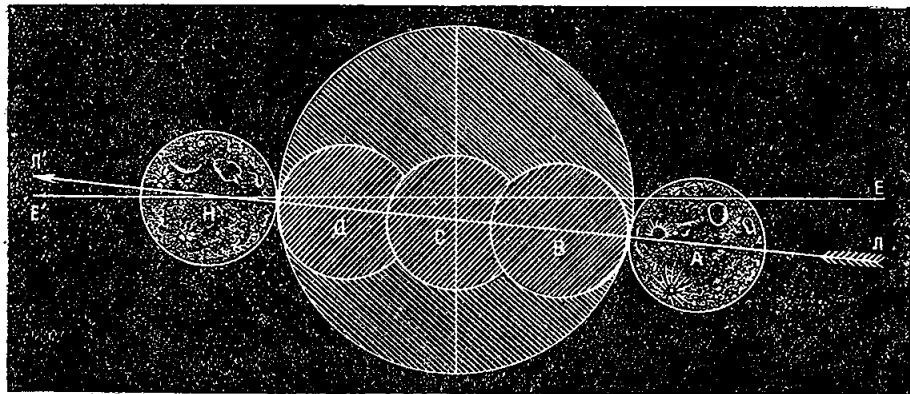


Рис. 43. Движение Луны через земную тень во время затмения.

превосходят друг друга по видимой величине: то Солнце кажется больше Луны, то, наоборот, Луна кажется больше Солнца.

Земля отбрасывает от себя в сторону, противоположную дневному светилу, теневой конус, длина которого превосходит диаметр Земли в 109 раз, составляя, таким образом, 1 390 тысяч километров. На среднем расстоянии, отделяющем Луну от Земли, теневой конус в 2,2 раза шире, чем диаметр Луны, так что, когда он входит в полосу земной тени, наступает лунное затмение (рис. 42).

Когда начинается затмение, то вначале наблюдается только весьма слабое уменьшение света, которое постепенно делается все заметнее. В этот момент Луна обыкновенно вступает в полосу полутени. Затем с края начинает обрисовываться маленькая темная выемка, которая постепенно расширяется и захватывает собой весь диск.

Тень сначала имеет серовато-черный цвет, не позволяющий видеть то, что она собой покрыла. По мере того как тень эта все больше распространяется по поверхности Луны, она приобретает все более отчетливый красноватый оттенок, так что является возможным разглядеть очертания главных пятен. Часто вокруг тени можно видеть тонкую голубовато-серую кайму. Как только затмение делается полным, красноватый оттенок всего диска становится более сильным и резко выступает на темном фоне небесного свода.

Полное лунное затмение может длиться до двух часов. Прорезав теневой конус, отбрасываемый Землей, Луна постепенно выплывает в освещенное пространство, имея вид тонкого светлого серпа, размеры которого увеличиваются незаметным образом.

Красноватый оттенок, который ложится на поверхности Луны, нахо-

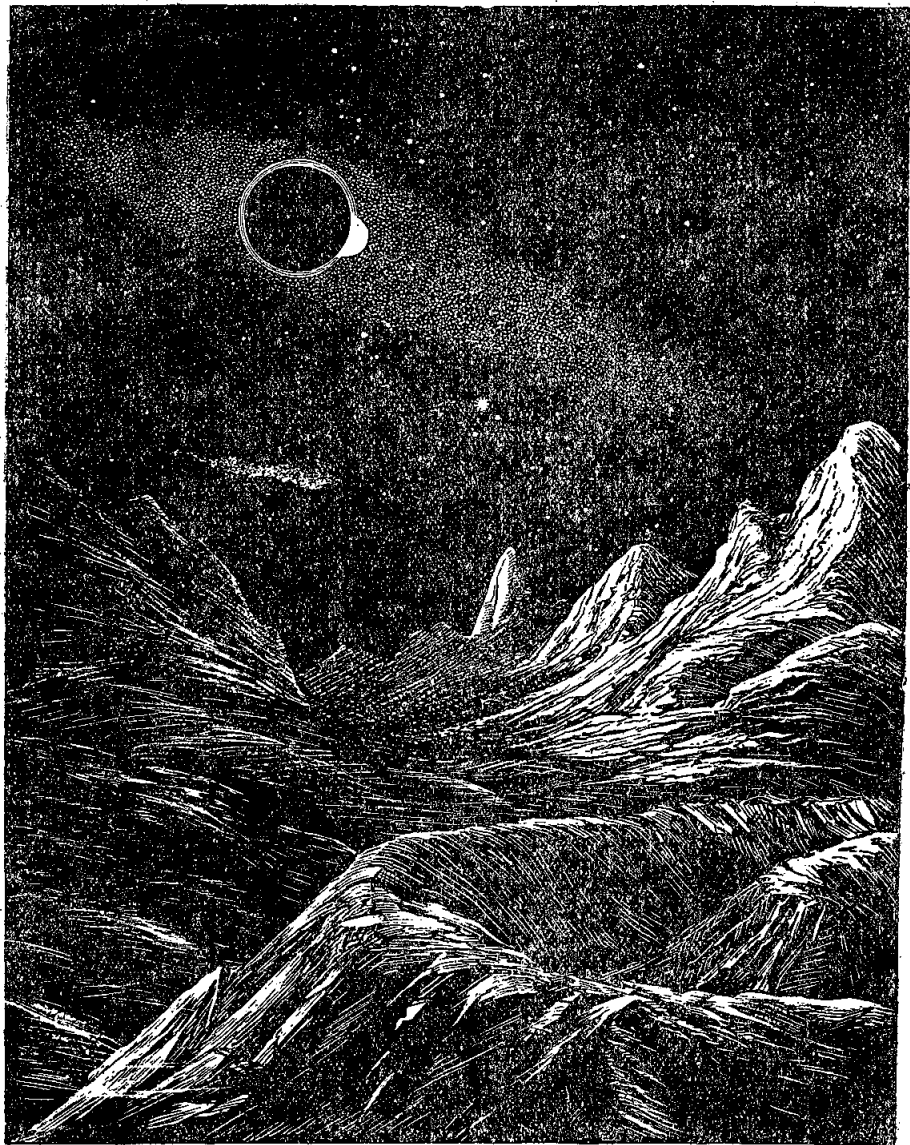


Рис. 44. Картина, наблюдаемая на Луне во время солнечного затмения.

дящейся в центре теневого конуса, вызывается действием земной атмосферы. Солнечные лучи, преломляясь в более плотных слоях атмосферы, окружающих Землю, попадают внутрь конуса тени, но при этом из всех цветов радуги, своей смесью дающих белый солнечный свет, проходят беспрепятственно только красные лучи, и слабым багровым отблеском они скользят по поверхности лунного диска. Атмосфера тут действует так же, как при закате или восходе Солнца, когда небо окрашивается алой зарей.

Бывали, однако, случаи, что этот отблеск не замечался вовсе и Луна совершенно исчезала во мраке ночи, так что невозможно было указать ее местонахождение на небе. Так было во время лунных затмений, происходивших в 1642, 1761 и 1816 годах.

Иногда же, наоборот, Луна остается настолько освещенной, что является сомнение, наступило ли затмение, или нет; это наблюдалось в 1703 и 1848 годах.

Это явление объясняется различными состояниями атмосферы в тех местах, где ее пронизывают солнечные лучи.

Каким образом можно вычислить наперед лунные затмения?

Мы знаем уже, что плоскость лунной орбиты пересекает плоскость земной орбиты, или эклиптику, под углом в  $5^\circ$ ; линия пересечения обеих плоскостей, или так называемая «линия узлов», не остается неподвижной, а медленно перемещается, описывая небольшой круг в течение 223 лунных месяцев, или 18 лет 11 дней. За это время совершается полный цикл лунных затмений, которые затем начинают повторяться самым правильным образом. Зная день, число и час всех лунных затмений, происходивших в продолжение 18 лет 11 месяцев, можно на какое угодно время вперед вычислить все грядущие затмения.

Этот способ вычисления лунных затмений был известен еще в древности, именно 2 тысячи лет назад, и назывался у халдеев «саросом».

Математической точностью этот способ не отличается: определяя время наступления лунного затмения, он не дает никаких указаний насчет продолжительности его; эта продолжительность несколько изменяется, и для безошибочно верного вычисления ее астрономы пользуются другими, более точными, но более сложными математическими способами, основанными на полной теории движения Луны.



Солнечные затмения

Солнечные затмения вызываются совершенно другими причинами, чем лунные. Во время полного лунного затмения диск Луны действительно затмевается и не получает ни единого солнечного луча, так как входит в теневою конус Земли. Солнце же как источник света не может перестать светиться; если же мы перестаем его видеть, то только потому, что оно бывает заслонено от нас.

Поставьте книгу или какой-нибудь другой непрозрачный предмет перед лампой, и лампа делается для вас невидимой. То же самое происходит при солнечном затмении: Солнце закрывается от нас непрозрачным телом — Луной.

Вращаясь вокруг Земли, Луна при каждом обороте проходит между Землей и Солнцем; при этом Луна находится в фазе полнолуния. Если в этот момент Луна будет находиться на одной линии с Солнцем, она заслонит его своим непрозрачным диском, как книга заслоняет лампу. Тут могут быть два случая: если Луна, проходя мимо Солнца, совершенно закроет его, то произойдет полное солнечное затмение; если будет закрыта только часть его, то мы увидим частное солнечное затмение.

Луна, как мы знаем, в несколько тысяч раз меньше Солнца. Каким же образом может случиться, что предмет меньший может закрыть собой другой, несравненно больший?

Это было бы, конечно, невозможно в том случае, если бы оба предмета находились на одинаковом расстоянии от нас; но дело в том, что Луна отстоит от нас всего на 384 тысячи километров, тогда как Солнце удалено от Земли на  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров. Вот почему видимый диаметр значительно меньше по размерам Луны, как мы уже упомянули, почти одинаков с кажущимся диаметром Солнца. Луна поэтому бывает то ближе к нам, то дальше и в зависимости от этого кажется нам то больше, то меньше.

Что маленький предмет может заслонить собой значительно больший, в этом убеждает нас ежедневный опыт. Высокое здание — церковную колокольню — или даже целую гору мы легко можем заслонить одной рукой, если эти предметы удалены от нас на большое расстояние. То же самое делает Луна, становясь между Землей и Солнцем. Когда Луна, будучи на самом близком расстоянии от Земли, то есть во время новолуния, находится в этот момент как раз напротив Солнца, то лунный диск, который кажется тогда большим, чем обыкновенно, может совершенно заслонить собой блестящую поверхность Солнца. И в этом случае мы наблюдаем полное солнечное затмение.

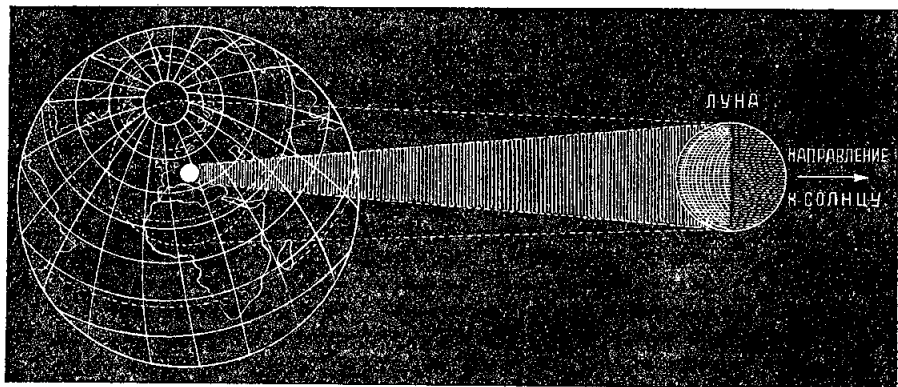


Рис. 45. Теория солнечных затмений (схема).

Если же Луна, находясь на одной линии с Солнцем, дальше стоит от Земли и вследствие этого кажется нам меньше по размерам, чем Солнце, то она не может закрыть собой всю видимую поверхность Солнца: Луна кладет круглую тень на солнечный диск, но не закрывает его совсем, а оставляет по краям тонкую полоску в виде узкого освещенного кольца.

Такое затмение называется кольцеобразным. Как лунные затмения должны были бы происходить каждое полнолуние, так и солнечные затмения наблюдались бы каждое новолуние, если бы Луна вращалась в плоскости земной орбиты, но этого на самом деле, как мы знаем, нет, и поэтому Луна обыкновенно на своем пути не пересекает прямой линии, соединяющей Землю с Солнцем, а проходит мимо нее, тогда, конечно, затмение произойти не может.

Если же Луна пересечет эту линию, то солнечное затмение, конечно, наступит, но наблюдать будет не во всех местах земного шара. Дело в том, что Луна, находясь между Солнцем и нашей планетой, отбрасывает от себя теневой конус, который доходит до Земли, где располагается в форме пятна. Это пятно, которое бывает различной ширины — от 30 до 250 километров, — не остается на одном месте, а благодаря движению Луны и вращению Земли перемещается с необыкновенной быстротой, прорывая моря, степи, пустыни.

Рядом с тенью скользит по Земле еще полутень, которая занимает значительно большие размеры, чем сама тень.

Полное солнечное затмение наблюдается только в тех местах, которые были задеты двигающимся тепевым пятном; там, где пробежала только полутень, происходит частное затмение Солнца, и, наконец, там, где

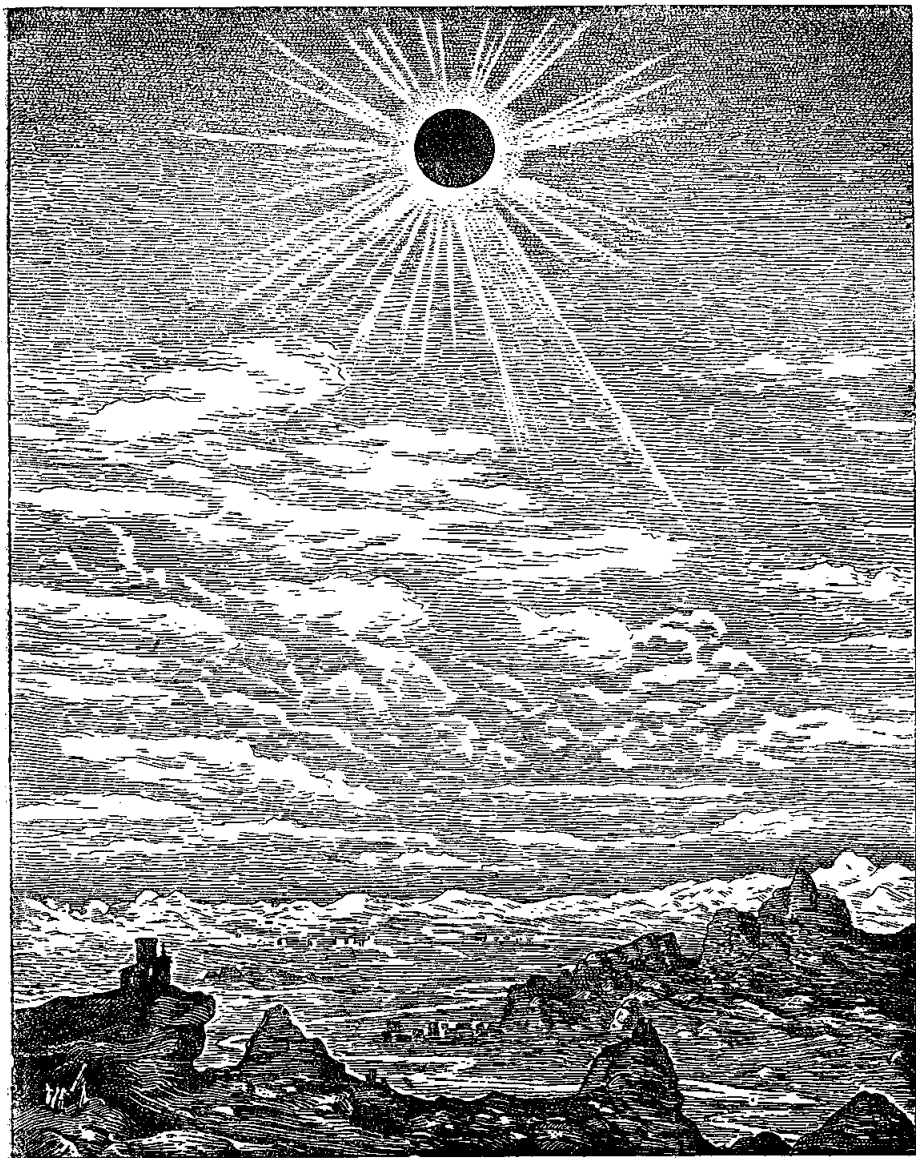
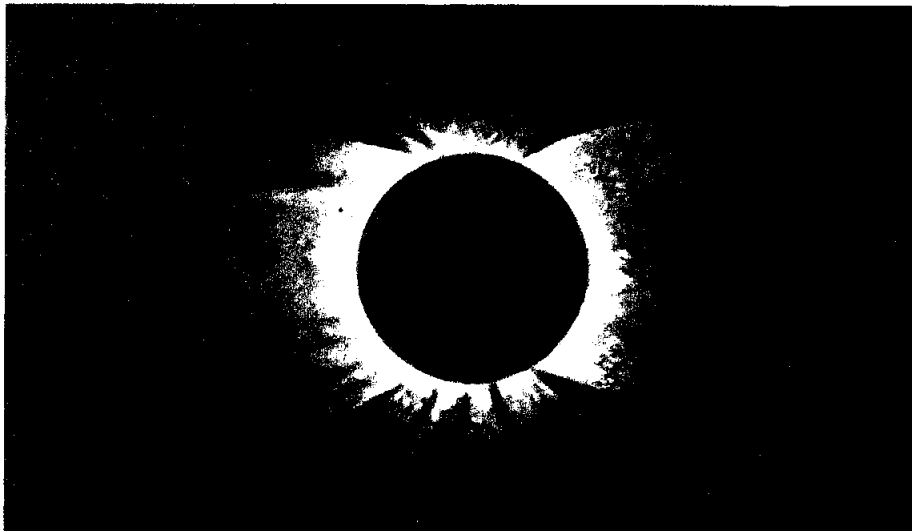


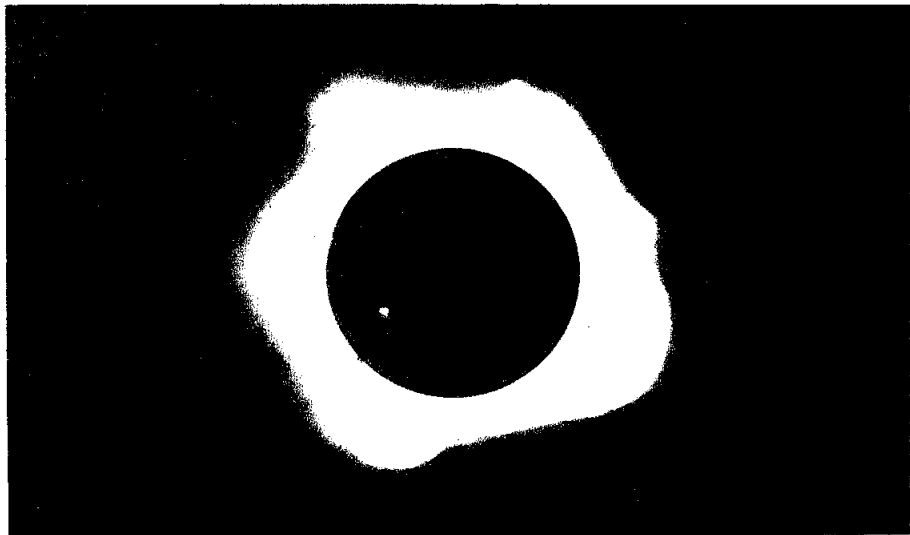
Рис. 46. Полное солнечное затмение, наблюдавшееся 30 июля 1878 года в Скалистых горах Северной Америки.



ТАБЛИЦА II



Солнечная корона, наблюдавшаяся во время полного солнечного затмения  
в мае 1900 г.



Фотография солнечной короны, снята московским астрономом  
Е. Бугославской близ Хабаровска во время полного затмения  
19 июня 1936 г.

не было ни тени, ни полутени, люди никакого затмения не увидят. Солнце попрежнему будет там блистать на небосклоне.

Таким образом, полное солнечное затмение для каждого данного места есть довольно редкое явление.

В Лондоне, например, полное солнечное затмение наблюдалось в 1140 году, затем в 1715 году, то есть через 575 лет; с тех пор тут не было больше ни одного полного солнечного затмения. В Марселе в течение почти половины тысячелетия наблюдались всего четыре полных затмения: 1 января 1386 года, 7 июня 1415 года, 12 мая 1706 года и 8 июля 1842 года.

На территории СССР полные солнечные затмения хорошо были видимы 19 августа 1887 года, 21 августа 1914 года и 19 июня 1936 года.

Полное солнечное затмение представляет собой чрезвычайно интересное астрономическое явление: яркий день вдруг сменяется темной ночью! В известный час, заранее определенный астрономами, блестящее светило начинает как будто меркнуть: какая-то тень медленно надвигается на светлый солнечный диск, все больше и больше покрывая его собой. Вот половина Солнца потемнела, и все кругом принимает какой-то тусклый, сероватый оттенок. Чувствуется, что в природе совершается что-то необычайное: птицы, весело щебетавшие, умолкают и прячутся между листьями; стада животных, пасущихся в открытом поле, чуя что-то неладное, начинают в беспокойстве метаться из стороны в сторону. Вот на небе осталась только узкая бледная полоска, но и она все более и более уменьшается и исчезает, наконец, совсем. Затем все погружается во мрак, наступает темная ночь: звезды показываются на небе, в воздухе делается прохладно, чувствуется дуновение свежего ветерка. Домашние животные приходят в беспокойство: лошади, застигнутые затмением в открытом поле, останавливаются и в сильном смятении начинают бешено биться в упряжи, собака в ужасе прижимается к ногам своего хозяина, и даже человек... мы сами, зная очень хорошо, что в этом явлении, которое было предсказано научными вычислениями много лет назад, нет ничего необычайного и сверхъестественного, не можем не поддаться общему настроению, царящему вокруг: с невольным затаенным страхом мы глядим вверх на тот уголок неба, где место Солнца занял черный диск, окруженный светлым ореолом.

Новое пламя как будто вырывается из-под темного круглого пятна, и мы скоро убеждаемся, что наступившая внезапно ночь вовсе не так темна, как она нам показалась сначала. В продолжение 2—4 минут астрономы внимательно наблюдают это розовое пламя, так называемые «солнечные протуберанцы», о которых речь будет еще впереди. Они весьма интересны, так как дают возможность судить о природе веществ, составляющих Солнце.

Вдруг край темного диска озарился светом: несколько лучей прорвалось сквозь густую завесу, и из груди людей вырывается радостный вздох

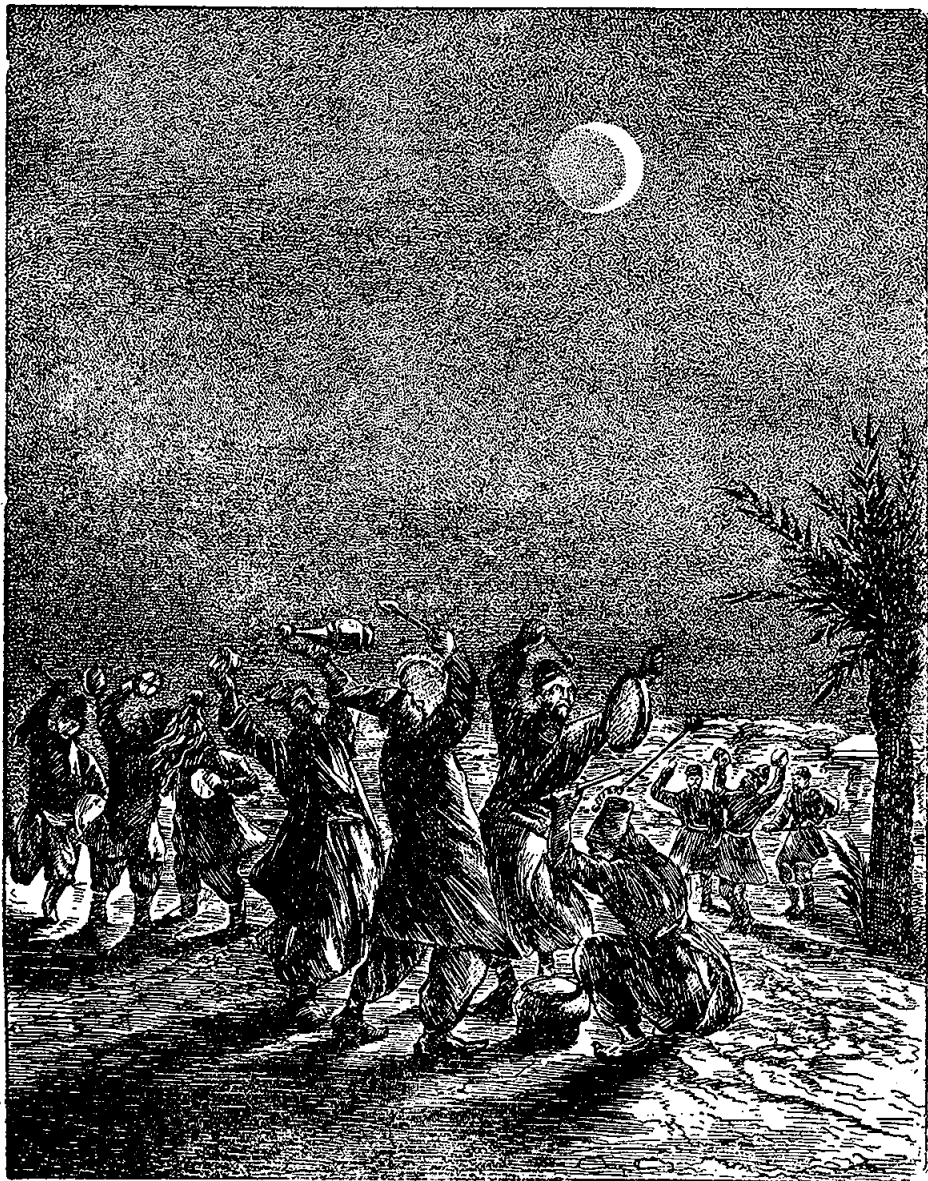


Рис. 47. Лунное затмение, происшедшее в Ташкенте  
16 декабря 1880 года.

облегчения. Луна, продолжая свой путь, постепенно освобождает Солнце, а через некоторое время божество дня — прекрасное лучезарное светило — снова горит на небе и, блистая в царственном великолепии, снова льет свои благодатные лучи на возликовавшую землю.

Мы упоминали уже, какую панику вызвало в Европе предсказание солнечного затмения в XVI веке. В странах некультурных подобные явления повергали в ужас человека, суеверный ум которого объяснял невиданное зрелище влиянием сверхъестественных существ, враждебных миру.

Во время солнечного затмения, происходившего 15 мая 1877 года, турки, испуганные необыкновенным явлением, в котором увидели дурное предзнаменование, вообразили, что какое-то страшное чудовище завладело Солнцем, и, чтобы заставить этого, пожирающего дневной свет дракона выпустить на свободу Солнце, они стреляли из ружей по направлению к темному диску Луны.

В Соединенных штатах какой-то негр был так сильно испуган полным солнечным затмением в июле 1878 года, что, убежденный в неминуемой кончине мира, в отчаянии задушил свою жену и детей.

В Ташкенте во время лунного затмения, которое наблюдалось там 16 декабря 1880 года, местные жители выбежали на улицы с медными кастрюлями, ведрами, сковородами и другой кухонной посудой в руках и стали бить по ней палками и камнями что есть мочи; этим адским концертом они хотели прогнать дьявола — шайтана, — покушавшегося унести с собой Луну.

Рисунок, воспроизводящий эту сцену в старой царской России, был нам прислан одним из очевидцев ее.

В Китае в январе 1888 года повторилась та же история, с той только разницей, что, по приказу мандаринов, народ бил не в медную посуду, а в большие барабаны.

Солнечные затмения можно так же вычислить, как и лунные; цикл солнечных затмений длится также 18 лет 10 дней. С помощью этого способа, однако, делать точные предсказания относительно будущих солнечных затмений затруднительно, потому что они бывают видимы не всегда в одних и тех же местах. Астрономы с помощью других специальных методов, опирающихся на изучение движений Земли и Луны, с точностью вычисляют вперед на несколько веков день, час, минуту и секунду, когда произойдет затмение, а также указывают заранее те места, откуда его можно будет наблюдать.

Полные и кольцеобразные солнечные затмения, которые ожидаются в XX столетии, представлены графически на прилагаемой карте. Жирные линии обозначают те места, где они будут видимы как полные, а линии, напечатанные пунктиром, — места, где затмения будут видимы как кольцеобразные.

В начале линий из чередующихся черточек и точек затмение Солнца

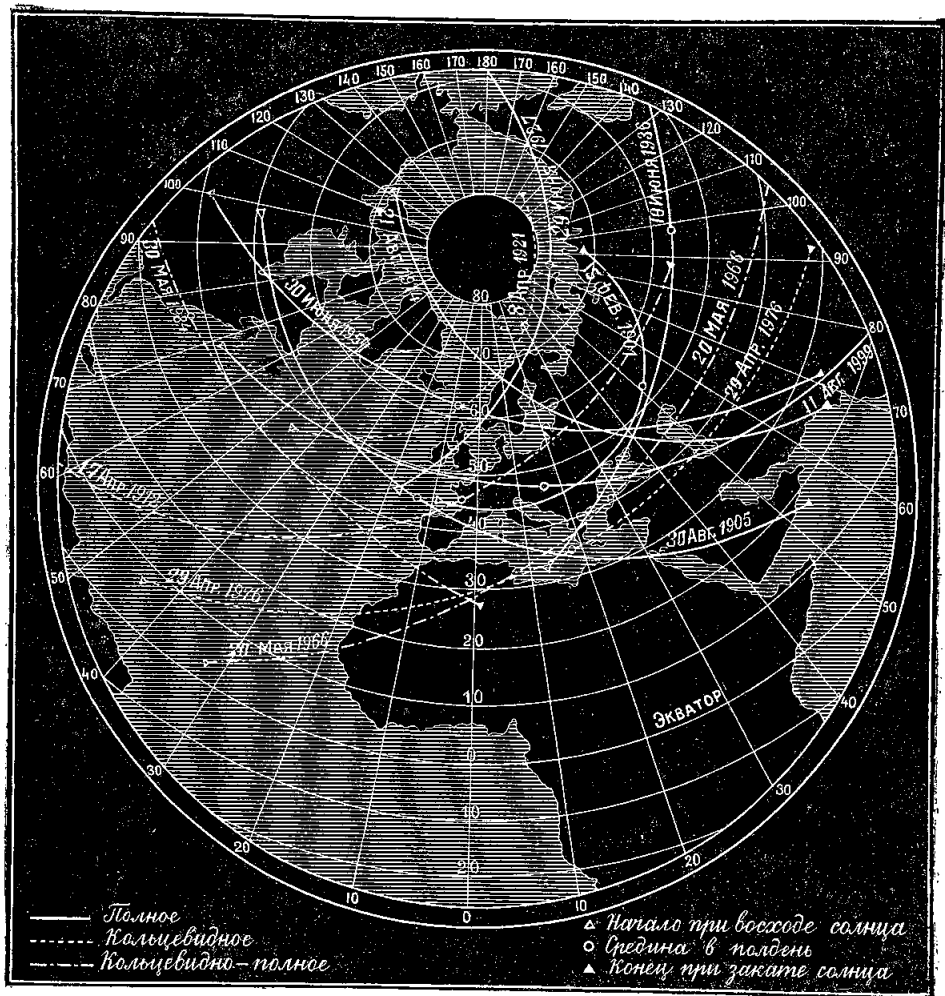


Рис. 48. Графическое изображение некоторых из солнечных затмений, бывших и ожидающихся в XX столетии.

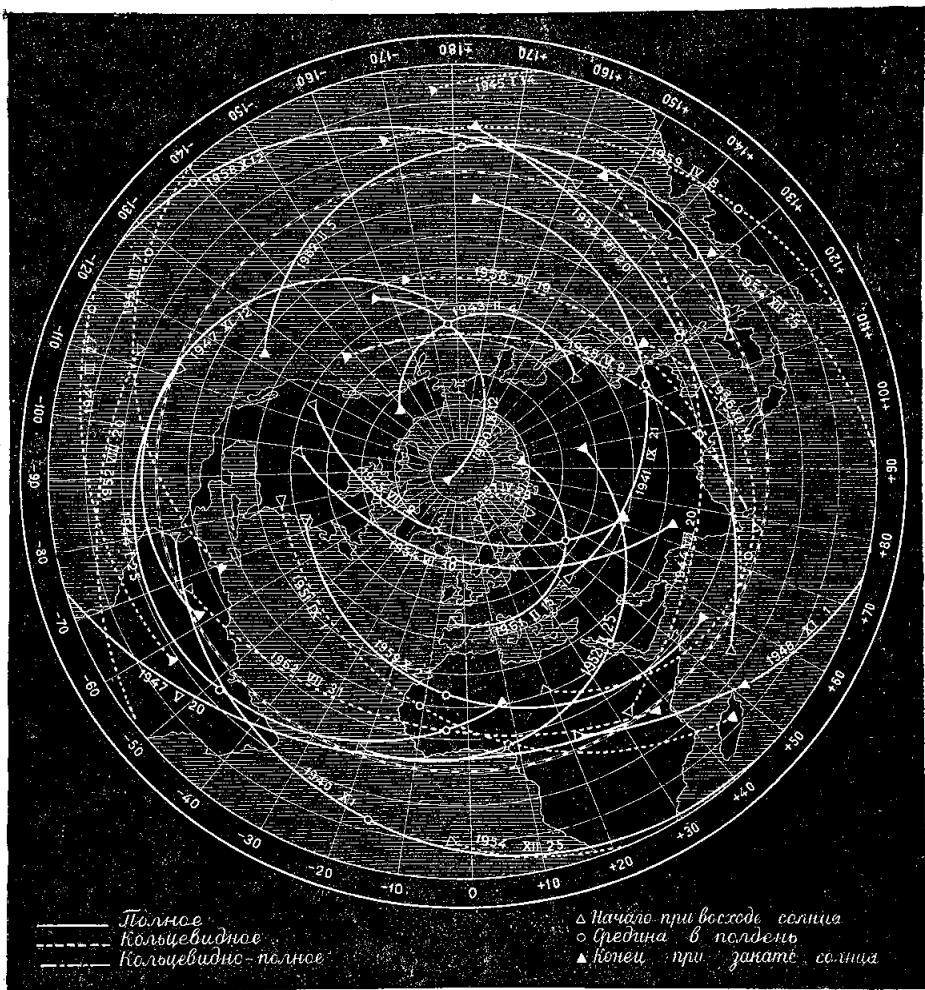


Рис. 49. Карта, показывающая, подобно предыдущей, линии на Земле, вдоль которых затмения XX столетия будут наблюдаться как полные или как кольцевидные.

наблюдаемо как полное, а в конце этих линий — как кольцеобразное, или наоборот.

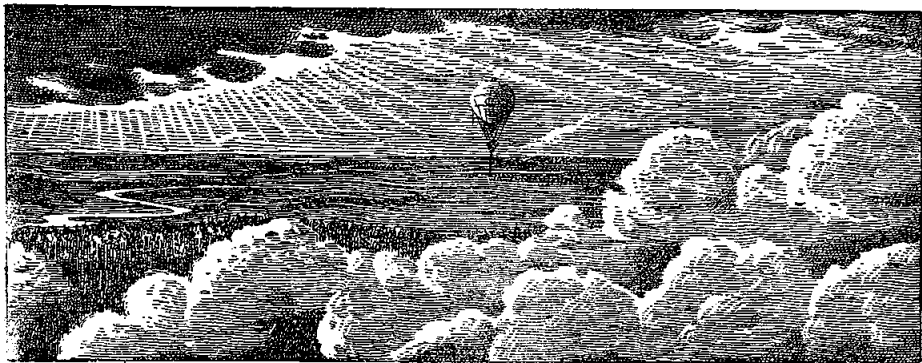
### Солнечные затмения XX столетия, видимые как полные в СССР

Дата	Где видно как полное
21 сентября 1941 года	Юго-западная Сибирь
9 июля 1945 года	Европейская часть СССР
25 февраля 1952 года	Центральная Сибирь
30 июня 1954 года	Европейская часть СССР
15 февраля 1961 года	Европейская часть СССР и Западная Сибирь
22 сентября 1968 года	Северная и Западная Сибирь
31 июля 1981 года	Вся Сибирь
9 марта 1997 года	Дальний Восток

Таковы солнечные затмения. Теперь мы перейдем к описанию самого Солнца, отстоящего от нас, как мы уже упоминали, на расстоянии  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров. Чтобы наглядно представить себе это колоссальное расстояние, нужно иметь в виду, что, согласно сделанным вычислениям, курьерский поезд, мчащийся со скоростью 60 километров в час, добрался бы до Солнца только через 266 лет.

Что такое представляет собой это великолепное светило и какую роль оно играет в мировом пространстве, об этом мы поговорим в следующих главах.





## Часть третья

# СОЛНЦЕ

---

### ГЛАВА I

#### Солнце — центр планетного мира

#### Размеры солнечной системы и законы движения планет.

**М**ы знаем, что Земля несется в небесном пространстве, описывая вокруг Солнца свой годовой путь, или орбиту. Не одна только Земля кружится вокруг блестящего светила: другие тела, похожие на Землю, так же имеющие форму шара и так же твердые и непрозрачные, как она, вращаются вокруг Солнца, описывая пути различной величины и перемещаясь в пространстве с различной скоростью. Эти шарообразные тела называются планетами и в своих движениях управляются громадной притягательной силой Солнца.

Каковы же должны быть размеры этого светила, держащего в своей власти весь планетный мир?



Диаметр Солнца в 109 раз больше диаметра Земли, другими словами, поперечник Солнца заключает в себе 1 390 600 километров; отсюда следует, что Солнце имеет в окружности более 4 миллионов километров.

Что говорят нам эти цифры?

Если бы мы вздумали облететь Солнце вдоль его поверхности на аэроплане, летящем со скоростью 200 километров в час, то на это потребовалось бы  $2\frac{1}{2}$  года.

Так как объем Солнца в 1 300 тысяч раз больше объема Земли, то это значит, что, для того чтобы получить шар таких размеров, как Солнце, необходимо сложить вместе 1 300 тысяч таких шаров, как Земля.

Точно так же был вычислен вес Солнца. Оно в 331 950 раз тяжелее, чем Земля. Представьте себе гигантские весы, весы для взвешивания миров; на одной чашке лежит Солнце; чтобы уравновесить весы, нужно положить на другую чашку 331 950 земных шаров.

В приведенных ниже таблицах мы даем цифры, выражающие расстояние различных планет от Солнца, время их обращения, их диаметр, объем, вес и пр.

	Расстояние от Солнца	Время обращения вокруг Солнца
Меркурий . . . . .	58 миллионов километров	88 дней
Венера . . . . .	108 » »	225 »
Земля . . . . .	149 » »	365 »
Марс . . . . .	228 » »	1 год 322 дни
Юпитер . . . . .	778 » »	11 лет 315 дней
Сатурн . . . . .	1 426 » »	29 » 164 дня
Уран . . . . .	2 868 » »	84 года 86 дней
Нептун . . . . .	4 494 » »	164 » 281 день

### Сравнительные величины и массы планет

	Диаметр	Объем	Масса
Солнце . . . . .	109	1 300 000	331 950
Юпитер . . . . .	11,0	1 312	317
Сатурн . . . . .	9,0	734	95
Уран . . . . .	4,0	64	15
Нептун . . . . .	3,9	60	17
Земля . . . . .	1,0	1,0	1,0
Венера . . . . .	0,97	0,92	0,81
Марс . . . . .	0,53	0,15	0,11
Меркурий . . . . .	0,39	0,06	0,04
Луна . . . . .	0,27	0,02	0,01

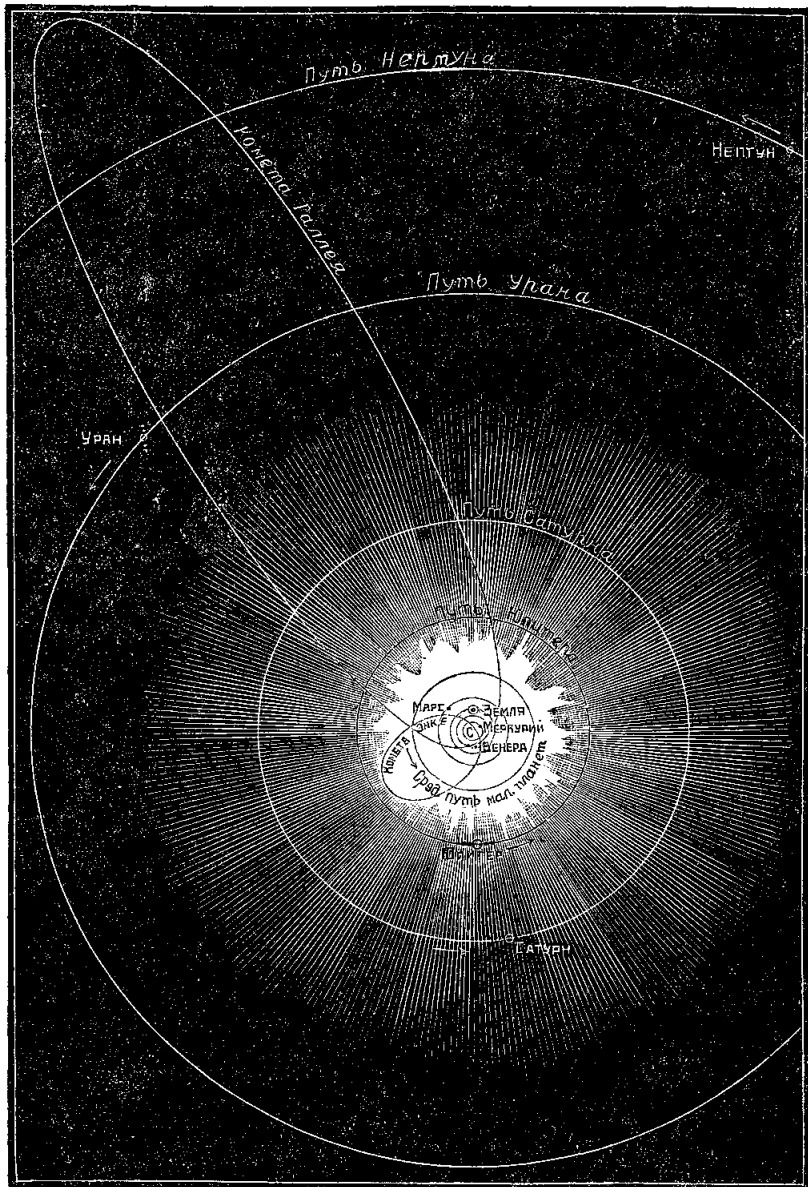


Рис. 50. Солнечная система.

Эти цифры говорят сами за себя. Мы видим, например, что Юпитер весит в 317 раз больше, чем Земля, но он в  $\frac{331\ 950}{317}$ , то есть почти в 1 047 раз меньше, чем Солнце. Диаметр Юпитера в 11 раз больше земного, но меньше солнечного в  $\frac{109}{11}$ , то есть в 9,9 раза. Эта планета по своей величине довольно внушительна и по своим размерам занимает как бы среднее место между Солнцем и Землей. Но гигант Солнце недаром является мощным властелином всей планетной системы: Солнце весит в 700 раз больше, чем все планеты, взятые вместе.

Зная объем и массу, можно подсчитать среднюю плотность планет.

Нижеследующая таблица дает нам представление о средней плотности веществ, составляющих различные планеты.

#### Сравнительная плотность миров, образующих планетную систему

Земля . . . . .	1,000	Нептун . . . . .	0,29
Венера . . . . .	0,88	Солнце . . . . .	0,26
Марс . . . . .	0,72	Юпитер . . . . .	0,24
Меркурий . . . . .	0,70	Уран . . . . .	0,23
Луна . . . . .	0,60	Сатурн . . . . .	0,13

Таким образом, мы видим, что наибольшей плотностью своих составных частей отличается Земля, а наименьшей — Сатурн.

Пути, которые описывают вокруг Солнца различные планеты, образующие солнечную, или планетную, систему, мы представили на рис. 50.

Прежде всего мы видим, что центральное положение занимает громадное лучезарное Солнце, этот исполинский раскаленный шар, распространяющий вокруг себя тепло, свет и жизнь.

Около него, в одну и ту же сторону, вращаются планеты: ближе всех находится Меркурий, потом Венера, затем Земля, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, которые величественно описывают свои гигантские пути в сопровождении своих неразлучных спутников. Далее, по всему пространству солнечной системы бродят кометы.

Великое светило заставляет тяготеть к себе все миры, которые вращаются вокруг него, как камни в праще, с огромной скоростью. Чем ближе они к Солнцу, тем эта скорость больше. Как мы упоминали уже, вращение планеты вызывает в ней появление центробежной силы; эта сила, которая стремится унести ее от Солнца в пространство, равняется той притягательной силе, которая заставляет планету тяготеть к Солнцу. Таким образом, планета не может ни упасть на Солнце, ни вырваться из области его влияния и поэтому остается как бы в равновесии, двигаясь по определенному пути.

## Средняя скорость движения различных планет вокруг Солнца

Меркурий . . . . .	48	километров	в секунду
Венера . . . . .	35	»	»
Земля . . . . .	30	»	»
Марс . . . . .	24	километра	»
Юпитер . . . . .	13	километров	»
Сатурн . . . . .	10	»	»
Уран . . . . .	7	»	»
Нептун . . . . .	5	»	»

Такова скорость различных планет. Ядро вылетает из пушечного жерла с начальной скоростью в 400 метров в секунду; земной шар летит в 75, Меркурий — в 120 раз быстрее. Если бы две планеты случайно столкнулись на своем пути, то они разлетелись бы вдребезги, и, сверх того, вследствие грандиозного удара температура поднялась бы настолько, что все исчезло бы в пламени и превратилось бы в пар — земля, камни, вода, растения, животные, люди, — и из обеих планет образовалась бы раскаленная газообразная масса.

Следующие законы управляют движением небесных светил.

1. Все планеты обращаются вокруг Солнца, описывая эллипсы, причем Солнце всегда находится в одном из фокусов эллипса.

Мы познакомились уже с этим явлением, описывая движение Земли; мы видим, таким образом, что планеты передвигаются в пространстве по такому же пути, как и Земля.

2. Площади, заключенные между радиусами-векторами, проведенными к концам дуг орбит, пропорциональны времени, употребленному на прохождение этих дуг.

Мы поясним сейчас, что это значит.

На рис. 51 изображена орбита какой-нибудь планеты; в одном из фокусов эллипса  $S$  находится Солнце.

Предположим, что она пробегает дуги  $AB$ ,  $ГД$ ,  $ЕФ$  в равные промежутки времени, например в 30 дней.

Когда планета находится на среднем расстоянии от Солнца, например в  $AB$ , она движется со средней скоростью; когда же она приблизится к Солнцу и займет положение между  $Г$  и  $Д$ , то скорость ее увеличится; наоборот, удалившись от Солнца и находясь, например, между  $Е$  и  $Ф$ , планета будет двигаться значительно медленнее.

Таким образом, движение планеты по орбите не равномерно, например, Земля движется быстрее в перигелии (в январе), чем в афелии (в июле). Мы уже видели, что вследствие этого зимнее полугодие короче летнего. Пути, пробегаемые планетой в равные времена, тем меньше, чем дальше она отстоит от Солнца; но пространства, заключенные между радиусами-векторами, или линиями, проведенными от Солнца к точке пересечения этих дуг, равны между собой.

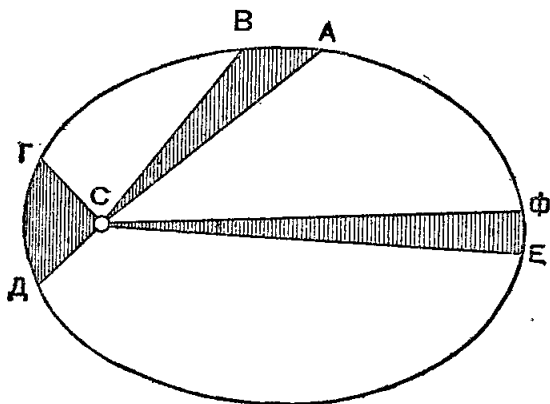


Рис. 51. Объяснение второго закона Кеплера.

гой и радиусами-векторами, увеличится вдвое, второе и т. д.

3. Квадраты времен, употребляемых планетами для совершения полного оборота вокруг Солнца, относятся друг к другу, как кубы их средних расстояний.

Этот закон имеет огромное значение, так как указывает на взаимную связь, существующую между движениями планет.

Например, Нептун в 30 раз дальше отстоит от Солнца, чем Земля. 30 в кубе ( $30^3$ ) составляет 27 тысяч. Нептун совершает полный оборот вокруг Солнца в 165 лет; 165 в квадрате ( $165^2$ ) составляет круглым числом также 27 тысяч. (Чтобы получить точно эту цифру, надо взять точное время обращения Нептуна, которое несколько меньше, чем 165 лет.)

На планете Марс продолжительность года равняется 686,9796 дня, на Земле — 365,2564 дня; расстояние Марса от Солнца относится к расстоянию Земли от этого светила, как  $\frac{152,369^3}{100,000^3}$ . Принимая во внимание закон квадратов времени и кубов расстояний, мы получаем следующую пропорцию:

$$\frac{686,9796^2}{365,2564^2} = \frac{152,369^3}{100,000^3}.$$

Чем дальше отстоит планета от Солнца, тем медленнее движется она, тем больше времени употребляет она для совершения полного оборота вокруг центрального светила. Это соотношение между временем обращения и расстоянием от Солнца различных планет и выражается вышеуказанной пропорцией.

Эти три закона, открытые Кеплером и известные поэтому под именем кеплеровских законов, вытекают из четвертого, который был открыт

Так, мы видим, что дуга  $EF$  значительно меньше, чем дуга  $GD$ ; но планета пробегает оба эти отрезка орбиты в равное время; затененные же пространства, заключенные между радиусами  $GC - DC$  и  $FC - EC$ , равны между собой.

Эти пространства прямо пропорциональны времени, употребленному на прохождение соответственных дуг орбиты: если время увеличилось вдвое, втрое и т. д., то и пространство, ограниченное ду-

Ньютоном. Мы уже упоминали этот знаменитый закон, когда говорили о всемирном тяготении. Этот закон гласит, что притяжение материи прямо пропорционально массе и обратно пропорционально квадрату расстояния.

Приняв теорию всемирного тяготения, мы получаем в руки ключ к объяснению всех движений небесных светил. Эта теория доказана во всех подробностях и оправдывается на деле блестящим образом.

В состав солнечной системы входят не только Солнце, планеты и их спутники, а также рассеянные в мировом пространстве кометы, которые также подчинены общим законам движения небесных светил. Комета Галлея удаляется от Солнца на расстояние, в 35 раз превышающее расстояние Земли от лучезарного светила; другие кометы еще дальше уходят от него, далеко оставляя за собой орбиту Нептуна, самой удаленной планеты в солнечной системе (рис. 111), и все-таки на гигантском расстоянии в несколько миллиардов километров они не теряют связи с Солнцем: повинувшись его притягательной силе, кометы возвращаются к нему, описывая очень растянутые эллипсы.

Сфера притяжения Солнца не поддается совершенно точному определению, она простирается на биллионы и триллионы километров, прекращаясь только там, где начинается сфера притяжения нового Солнца.

Луна вращается вокруг Земли, Земля — вокруг Солнца, Солнце увлекает за собой Землю вместе со всеми прочими планетами и их спутниками к созвездию Геркулеса, и все эти движения совершаются согласно точным, определенным законам, которые поражают своей необыкновенной простотой и ясностью.



Измерение расстояния Солнца от Земли

Различные способы измерения. — Прохождения Венеры. —  
Каким образом измерили и взвесили Солнце.

Все приведенные выше числа, выражающие величину и массу Солнца, расстояния планет и размеры солнечной системы, основаны на точном знании расстояния, отделяющего Землю от Солнца.

Как вычислить это расстояние? Тот способ, который был применен для определения расстояния, на каком от нас отстоит Луна, не применим в данном случае.

В самом деле, расстояние между нашей планетой и дневным светилом так велико, что прямые линии, проведенные от двух противоположных точек земного диаметра к центру Солнца, практически не составят треугольника, — эти линии сольются вместе, в одну, ввиду крайне ничтожных размеров земного диаметра по сравнению с огромным расстоянием, которое лежит между земным шаром и гигантом, управляющим движением планетной системы. Как составить треугольник из земного диаметра и двух линий, соединяющих конечные пункты его с центром Солнца, когда этот диаметр по сравнению с длиной соединительных линий кажется не больше точки?

Это все равно, что пытаться начертить треугольник с основанием в 1 миллиметр, а боковыми сторонами — в 12 метров. Очевидно, что эти стороны должны быть практически параллельны, потому что углы, образуемые ими с основанием, очень мало отличались бы от прямого.

Знаменитый английский астроном Галлей, живший в XVII столетии, предложил для определения расстояния, отделяющего нас от Солнца, воспользоваться прохождениями Венеры мимо солнечного диска.

Мы видели уже, что Венера ближе к Солнцу, чем Земля, что она кружится по орбите, которая значительно меньше, чем орбита Земли. На прилагаемом рис. 52 обе орбиты начерчены в правильном масштабе.

В тот момент когда Венера проходит перед Солнцем, два наблюдателя, находящиеся на противоположных концах Земли, увидят ее в

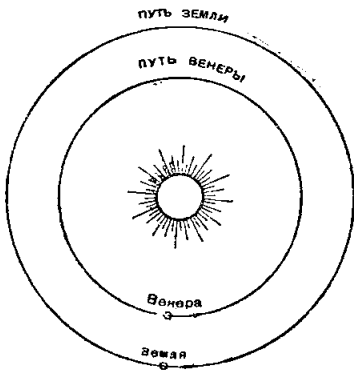


Рис. 52. Орбиты Венеры и Земли.

различных точках солнечного диска; разница в положении Венеры составит известный угол, а зная этот угол, можно вычислить расстояние до Солнца.

Рассмотрим внимательнее этот способ.

Два наблюдателя, *A* и *B* (рис. 53), разместившиеся на противоположных концах Земли, смотрят на прохождение Венеры *B* перед Солнцем. Один из них увидит ее в точке  $B_1$ , другой — в точке  $B_2$  на диске Солнца.

Проведя две прямые линии из этих точек к местам, где находятся наблюдатели, так, чтобы эти линии пересекались в той точке, где находится Венера, мы получим два треугольника. Основанием одного треугольника служит линия  $B_1B_2$ , а основанием другого — земной диаметр *AB*. Оба треугольника имеют одну общую вершину в точке, где находится Венера.

Между сторонами этих треугольников существует известное соотношение на основании закона Кеплера; таким образом, вычислено, что сторона  $B_1B_2$  относится к стороне *AB*, как 1 : 0,37; другими словами, земной диаметр составляет 0,37 линии, соединяющей обе точки прохождения Венеры.

Теперь вся суть в том, чтобы точно измерить угол, под которым видна эта линия. Если, например, найдено, что он равняется 48 секундам, то земной диаметр, рассматриваемый с Солнца, составил бы только 0,37

этого числа, то есть  $48 \times \frac{37}{100} = 17,76$  секунды (17",76). Это и есть параллакс Солнца, или угол, под которым наша планета видна с Солнца.

А что такое секунда дуги?

Это есть видимая угловая величина метра или всякого другого предмета, удаленного от нас на расстояние, превышающее в 206 265 раз его длину.

Диаметр Земли виден с Солнца под углом не в одну секунду, а в 17,76 секунды, следовательно, расстояние Солнца от нас равняется не 206 265 земным диаметрам, а числу, меньшему в 17,76 раза, то есть  $\frac{206\ 265}{17,76} = 11\ 614$ . Таким образом, расстояние Солнца от нашей планеты определяется длиной 11 614 земных диаметров.

Обыкновенно счет ведется не по диаметрам, а по полудиаметрам, то есть по земным радиусам, что несколько не изменяет дела. Таким образом, па-

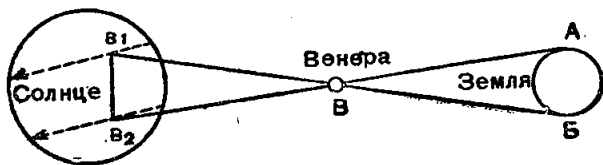


Рис. 53. Прохождение Венеры перед диском Солнца, рассматриваемое с двух противоположных точек Земли.



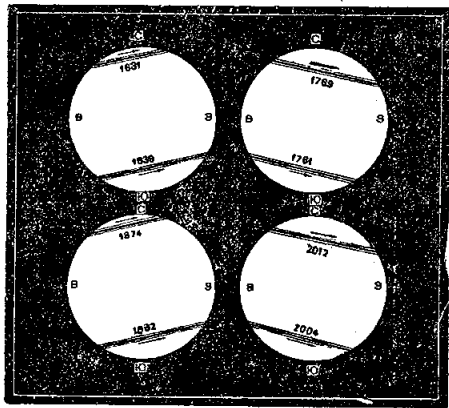


Рис. 54. Хорды, образуемые Венерой во время ее прошлых и будущих прохождений по солнечному диску.

Венера проходит перед Солнцем через каждые  $113\frac{1}{2}$  лет, увеличенные или уменьшенные на 8 лет. Одно из прохождений Венеры наблюдалось, например, в декабре 1639 года. Следующее случилось в июне 1761 года, то есть ровно через  $113\frac{1}{2} + 8$  лет, или через  $121\frac{1}{2}$  год после первого прохождения. Новое прохождение произошло через  $113\frac{1}{2} - 8$  лет, то есть через  $105\frac{1}{2}$  лет, именно в декабре 1874 года. Через 8 лет — в декабре 1882 года — снова наблюдалось новое прохождение Венеры перед солнечным диском. Следующее прохождение ее произойдет опять через  $113\frac{1}{2} + 8$  лет, то есть через  $121\frac{1}{2}$  год, значит, в июне 2004 года, затем снова через 8 лет и т. д.

Два последних прохождения Венеры — 8 декабря 1874 года и 6 декабря 1882 года — наблюдались научными экспедициями всех культурных народов; эти экспедиции были разосланы во все концы земного шара, где явление могло быть видимо.

Франция отправила свои экспедиции в Японию, Китай и Индо-Китай, в Новую Каледонию, на остров Святого Павла, на остров Кампбелл (Тихий океан). Англия послала своих ученых в Индию, Египет, Сирию, Китай, Японию, на мыс Доброй Надежды и в Австралию.

Американцы заняли наблюдательные пункты в Сибири, Китае, Новой Зеландии, на островах Чатоме, Каргелене и Тасмании; итальянцы — в Бенгалии; немцы — в Персии, Египте, Китае, Новой Зеландии, на океанских островах и островах Каргелене и Святого Маврикия, наконец, русские астрономы расположились по всей России вплоть до самой Сибири.

Все места на Земле, где могло наблюдаться явление прохождения, были вычислены заранее.

раллаксом Земли будет считаться угол, под которым с Солнца виден радиус ее —  $8''{,}88$ , то есть  $17''{,}76$ , разделенное на 2. Числа 17,76, а следовательно,  $8''{,}88$  взяты мною произвольно, ниже мы приводим истинные числа, выведенные на основании непосредственных наблюдений, которые производились различными астрономами.

Галлей, впервые предложивший воспользоваться прохождением Венеры мимо солнечного диска для определения расстояния, отделяющего нас от Солнца, сам лично не мог применить к делу свое предложение, потому что не мог видеть прохождения Венеры, явления, весьма редкого для нас.

Погода не была одинаково благоприятна для всех наблюдателей: многие ученые к своему огорчению принуждены были вернуться домой, не только не увидев Венеры, но даже Солнца, вследствие дождя, лившего весь день.

Другие, наоборот, имели возможность благодаря чистому небу отлично наблюдать редкое явление и вернулись на родину, успевши сделать массу измерений и фотографических снимков.

На память об этом событии и произведенных измерениях по постановлению французского «Национального института» была выбита медаль.

На основании всех наблюдений, произведенных во время обоих прохождений в 1874 и 1882 годах, установлено, что величина измеренного параллакса Солнца колеблется в пределах  $8'',00$ — $8'',86$ . Под таким углом с Солнца виден полудиаметр Земли.

Кроме этого способа, существуют еще другие методы определения расстояния, отделяющего нас от блистательного светила. Все эти методы служат превосходным подтвержденным вычислений, сделанных по способу, предложенному Галлеем.

Так, например, найдено, что свет, испускаемый Юпитером, достигает Земли в 30—40 минут, смотря по тому, на каком расстоянии эта планета находится от нас.

Далее, обнаружено, что момент наступления затмения спутников Юпитера (когда они погружаются в отбрасываемую им тень или прячутся за его огромным телом) изменяется на 16 мин. 26 сек., смотря по тому, находится ли Юпитер по ту же сторону от Солнца, как и Земля, или же на противоположной.

Запаздывание на 16 мин. 26 сек. в одном случае по сравнению с другим вызвано тем обстоятельством, что свет должен пробежать еще расстояние, равняющееся диаметру земной орбиты; на прохождение же полудиаметра, или радиуса, то есть расстояния Земли от Солнца, свет должен употребить половину этого времени — именно 8 мин. 13 сек. Принимая во внимание, что скорость света, найденная из опытов различными физиками — Фуко, Физо, Корню, Ньюкомбом, — определяется в 300 тысяч километров в секунду, мы приходим к заключению, что расстояние Земли от Солнца равняется  $149\frac{1}{2}$  миллионам километров.

Третий способ нахождения этого расстояния также основан на знании скорости распространения света в пространстве.

Мы упоминали уже о явлении, известном под именем аберрации, или отклонения света. Свет, идущий от светил, распространяется в пространстве, как мы знаем, с удивительной скоростью. Земля, в свою очередь, мчится по своей орбите, и сложение этих двух движений имеет своим результатом то обстоятельство, что мы видим светила не в том месте, где они действительно находятся, а несколько в стороне от действительно занимаемого ими положения.

Вычисления показывают, что наблюдаемая величина этого кажущегося смещения светил требует признать скорость света в 10 тысяч раз пре-

вышающей скоростью Земли. Скорость движения Земли, таким образом, определяется в 30 километров в секунду; зная эту скорость, легко вычислить длину всего пути, пробегаемого Землей в течение года, а отсюда можно узнать, чему равняется диаметр этого пути, или орбиты; половина этого диаметра, или радиус, и составляет расстояние нашей планеты от Солнца.

Существует еще несколько способов определения расстояния Земли от Солнца, но мы на них останавливаться не будем. Скажем только, что из всех этих способов явствует, что параллакс Земли, или угол, под которым виден с Солнца экваториальный полудиаметр Земли, равняется  $8''{,}80$ , что соответствует расстоянию в  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров.

Таковы результаты измерения расстояния Земли от Солнца. Это не плод пылкого воображения, не роман — это неоспоримая математическая истина, которую может проверить всякий.

Такие колоссальные расстояния трудно представить себе отчетливо. Чтобы помочь в этом отношении воображению, выразим пространство во времени.

Из пушки ядро вылетает со скоростью 500 метров в секунду; если ядро, неизменно сохраняя эту скорость, будет лететь по прямой линии, то оно прибудет на Солнце только через 9 лет 8 месяцев.

Далее, вообразим себе, что от Земли до Солнца проложен рельсовый путь. Курьерский поезд, мчащийся со скоростью 60 километров в час и не останавливающийся нигде ни на секунду, достигнет Солнца через 140 миллионов минут, что составит 97 222 дня, или 266 лет. Если бы за проезд взималось по копейке с километра, то подобное путешествие, не считая продовольствия, стоило бы 1 миллион 400 тысяч рублей.

Известно, что всякое ощущение, прежде чем добраться до головного мозга, центра всякого восприятия, должно пробежать известное расстояние по нервам, а для этого требуется известное время, правда, очень небольшое. Обжегши или поранив палец, мы чувствуем боль не в то же мгновение, а на несколько долей секунды позже.

Опытным путем найдено, что скорость передачи раздражения по нерву составляет 28 метров в секунду. Теперь представим себе ребенка, имеющего такую необычайно длинную руку, что в вытянутом положении она касается Солнца. Когда же почувствовал бы ребенок боль от ожога, прикоснувшись пальцами к раскаленному шару? Ровно через 167 лет. Он дожил бы до глубокой старости и успел бы давно умереть, прежде чем ощутил бы боль.

Зная расстояние, отделяющее нас от Солнца, мы можем теперь вычислить его истинные размеры.

Мы видели, что экваториальный диаметр Земли, рассматриваемый с Солнца, равняется  $17''{,}60$ . Диаметр Солнца, видимый с Земли, составляет  $34''{,}4$ ; отсюда следует, что диаметр Солнца в 109 раз больше, чем диаметр Земли, то есть равняется  $12\ 756$  километрам  $\times 109 = 1\ 390\ 600$  километрам.

Зная диаметр, легко определить поверхность и объем всякого шара. Поверхность Солнца определяется в 6 миллиардов квадратных километров,

а объем его — в 1 300 тысяч раз больше объема Земли, то есть около 1 390 000 миллиардов кубических километров. Это число пишется так:

1 390 000 000 000 000 000.

Никакое, самое пылкое воображение не может постигнуть значения этих колоссальных цифр.

Чтобы наглядно показать, какая громадная разница существует между объемами Солнца и Земли, делают следующее сравнение. В одной кружке ржи (литр) заключается около 10 тысяч зерен средней величины; в одном ведре (12,3 литра) их будет 123 тысячи, а в  $10\frac{1}{2}$  ведрах таких зерен будет 1 290 тысяч.

Итак, представьте себе, что перед вами лежит с одной стороны только одно зернышко ржи, а с другой — большая куча ржи из  $10\frac{1}{2}$  ведер, и вы получите соответственные объемы Земли и Солнца.

Земля — ничтожная жалкая песчинка по сравнению с таким гигантским шаром, как Солнце. Если прибавить к Солнцу или отнять от него величину нашей планеты, это все равно, как если бы стало одним зернышком больше или меньше в нашей куче ржи из  $10\frac{1}{2}$  ведер; этого даже и заметить нельзя.

Нам остается еще коснуться веса Солнца. Мы упоминали уже, что Солнце тяжелее Земли в 331 950 раз.

Как это доказать?

Выше, когда речь была о Луне, мы видели, что тяжесть и всемирное притяжение — одна и та же сила. Ньютон открыл тождество между ними, определяя расстояние между прямой линией, которую пробежала бы Луна по истечении одной секунды, если бы она была свободна от притяжения Земли, и концом кривой, которую Луна действительно описывает под влиянием земного притяжения.

Расстояние это —  $1\frac{1}{3}$  миллиметра — составляет в точности то пространство, которое прошло бы каждое тело, если бы оно было поднято на такую высоту и затем предоставлено самому себе. Если бы, например, какой-нибудь аппарат поднял человека на высоту Луны (как Магомета, который утверждал, что будто бы ангел однажды схватил его спящего за волосы и перенес на Луну) и затем оставил бы его в пространстве, то человек под действием тяжести начал бы падать, но чрезвычайно медленно: в первую секунду он опустился бы всего на  $1\frac{1}{3}$  миллиметра, но чем дальше, тем скорость его падения увеличивалась бы все больше и больше.

С какой первоначальной скоростью будет падать тело, если перенести его на ту высоту, где находится Солнце?

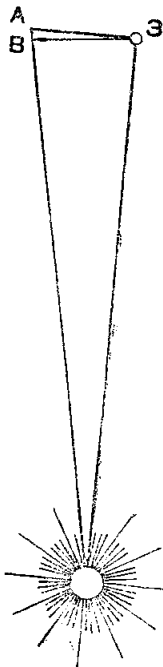
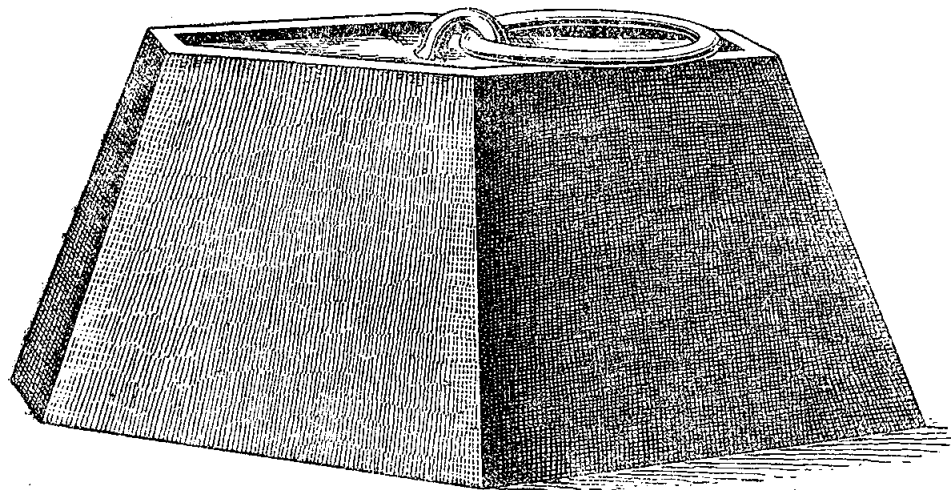


Рис. 55. Действие солнечного притяжения на движение Земли.

Мы знаем, что притяжение обратно пропорционально квадрату расстояния. На Земле каждое тело, предоставленное самому себе, падает вниз, повинаясь силе тяжести, с первоначальной скоростью в 4,9 метра. Расстояние Земли от Солнца составляет около 23 200 земных радиусов. Следовательно, на этом расстоянии первоначальная скорость падения составляет  $\frac{4,9 \text{ метра}}{23\ 200^2} = \frac{4,9 \text{ метра}}{538\ 240\ 000}$ ; это очень ничтожная величина, она равняется 9 миллионным долям 1 миллиметра. Это расстояние и прошел бы камень в первую секунду, если бы был поднят на высоту, где находится Солнце, и если бы подвергался силе притяжения одной только Земли.

Теперь посмотрим, чему равняется притяжение Солнца на том расстоянии, которое отделяет его от Земли.

Для этого употребим тот же способ, который Ньютон приложил для определения силы притяжения Земли «на высоте» Луны. Если бы Земля была свободна от притяжения Солнца, она двигалась бы по прямой линии; на самом же деле она принуждена описывать кривую вокруг Солнца.



## СОЛНЦЕ

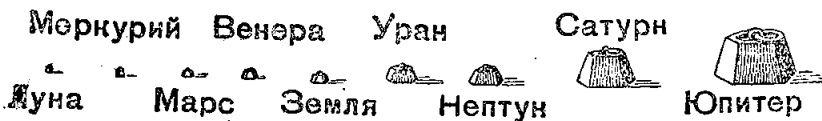


Рис. 56. Гири, изображающие сравнительные массы Солнца и планет.

Как велико расстояние между этой воображаемой прямой и кривой, описанной Землей в действительности, по истечении одной секунды?

Точными измерениями найдено, что эта величина составляет около 3 миллиметров. Итак, сила притяжения Солнца относится к силе притяжения Земли, приблизительно как 3 миллиметра относится к 9 миллионным долям 1 миллиметра, то есть как  $30 : 0,00009$ .

Вычислив точно это отношение, находим, что сила притяжения Солнца больше силы притяжения Земли в 331 950 раз, другими словами, Солнце притягивает тела во столько раз сильнее, чем Земля, и так как притяжение и тяжесть — одна и та же сила, значит, Солнце тяжелее Земли в 331 950 раз.

Есть еще другой способ вычисления веса Солнца, основанный на том же принципе притяжения.

Мы знаем уже, что чем дальше планета отстоит от Солнца, тем медленнее вращается она по своей орбите. Закон Кеплера гласит, что квадраты времен обращения планет относятся, как кубы расстояний.

Предположим теперь, что Луна находится на том месте, где теперь находится Солнце. В какое время совершала бы она полный оборот вокруг Земли?  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров, отделяющих Землю от Солнца, составляют 385 расстояний Луны от Земли. 385 в кубе ( $385^3$ ) составляет 57 066 625; квадратный корень из этого числа ( $\sqrt{57\,066\,625}$ ) равняется 7 553. Значит, Луна на таком громадном расстоянии от нас двигалась бы по своей орбите в 7 553 раза медленнее, чем теперь, и для полного оборота вокруг Земли ей потребовалось бы 206 330 дней, то есть 566 лет. Итак, Земля имела бы силу заставить своего спутника совершить полный оборот вокруг нее в 566 лет, тогда как Солнце вращает Землю и Луну в 1 год; отсюда можно было бы сделать заключение, что Солнце в 566 раз «сильнее», то есть тяжелее Земли.

Но мы должны считаться в этом случае с квадратами расстояний, а квадрат 566 составляет круглым числом 320 тысяч. Приравняв во внимание и дроби расстояний, мы получили бы, как и в первом случае, число 331 950, показывающее, во сколько раз Солнце тяжелее Земли.

Гири, изображенные на рис. 56, иллюстрируют нам массу Солнца сравнительно с массами планет.

Разбирая вопрос математически, мы должны были бы указать на разницу, существующую между понятиями «вес» и «масса»; но мы думаем, что в популярном сочинении усложнять дело тонкостями бесполезно.

Зная объем и массу Солнца, мы легко можем определить плотность его. Плотность тела есть масса, разделенная на объем. Так как Солнце в 1 300 тысяч раз больше Земли, а тяжелее ее только в 331 950 раз, то из этого следует, что оно гораздо менее плотно, чем наша планета. Если плотность Земли принять за единицу, то плотность Солнца выразится числом 0,256; это значит, что вещества, входящие в состав Солнца, весят только  $\frac{1}{4}$  того, что весят вещества, образующие Землю.



Свет и теплота Солнца. Солнечные пятна

Состояние солнечной поверхности. — Вращение Солнца. —  
Величина, форма и движение солнечных пятен.

Мифология и история говорят нам, что уже в древнейшие времена Солнцу воздавали божеские почести. Повидимому, все первобытные народы поклонялись дневному светилу, как богу света и жизни. В Перу — стране древних инков, населявших Южную Америку, — народ с главными жрецами и князьями во главе торжественно приветствовал восход Солнца в день равноденствия с высоты громадных террас, на которых были воздвигнуты храмы.

Древние народы по скудности своих знаний о природе не могли оценить огромное значение, которое имеет для нас Солнце; но они догадывались, что его тепло и свет поддерживают всякую жизнь на Земле, и верили в его благодатную силу, которая позволяет деревьям расти в лесах, хлебным колосьям зреть и наливаться на полях, рекам и ручьям течь по равнинам, цветам распускаться и благоухать на лугах.

Современная наука подтвердила эти догадки древних, выяснив огромную важность для нас этого лучезарного светила, обладающего такой колоссальной световой и тепловой энергией, о которой древние не имели никакого представления.

Никакой свет, созданный человеческим искусством, не может еще сравниться с солнечным: самый сильный электрический свет кажется днем тусклым и жалким.

Точными измерениями доказано, что яркость солнечных лучей по своей силе равняется яркости свыше 3 020 квадриллионов свечей; квадриллионом называется число, изображаемое единицей с 24 нулями.

Что касается теплоты, испускаемой Солнцем, то самый страшный жар наших печей, жар, при котором плавятся все наши тугоплавкие металлы — железо, платина, иридий, — настоящий лед по сравнению с теплом Солнца.

Максимальная температура наших лучших плавильных печей достигает 2 500—3 000°. Но это сущие пустяки, конечно, по сравнению с гигантским светилом, которое удалено от нас на 149½ миллионов километров и посылает нам лишь одну двухмиллиардную часть всей испускаемой им теплоты.

Вычислено, что количество солнечной теплоты, получаемой Землей в течение одного года, в состоянии растопить слой льда, покрывающий всю поверхность земного шара и имеющий в толщину 30 метров.

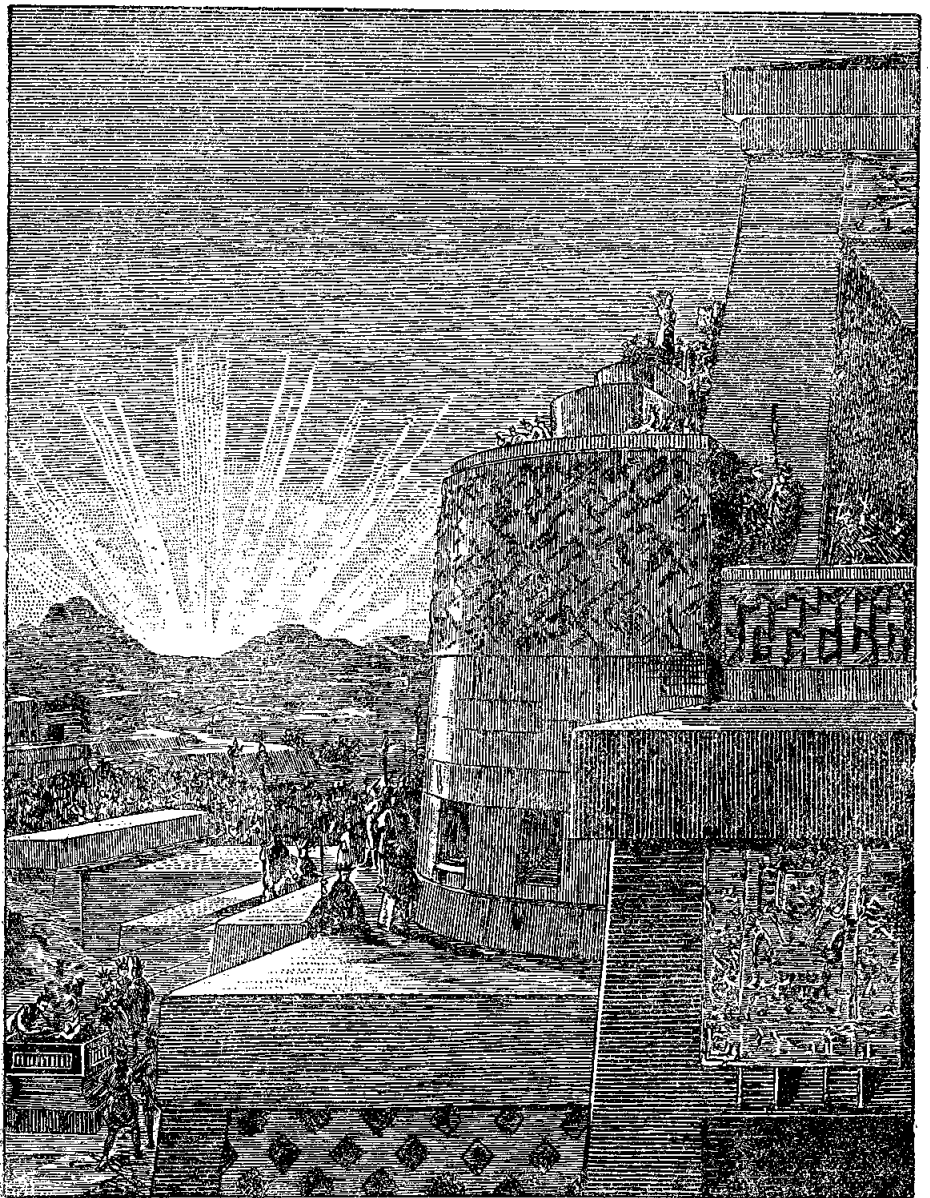


Рис. 57. В день равноденствия восход Солнца — «божества дня», «цари света» — приветствовался инками с высоты их храмов.



Если перевести тепловую энергию Солнца (падающую на Землю за 1 секунду) в электрическую и оценить ее из расчета всего по 2 копейки за киловатт-час, то окажется, что эта энергия имеет стоимость 956 миллионов рублей.

Вот чему равняется постоянная работа Солнца на Земле!

Мы об этом обыкновенно не думаем, но все, что движется, ходит, летает, живет на нашей планете, есть порождение Солнца. Все, чем мы питаемся, создано великоленным светилом.

Шампанское, кипящее в хрустальном бокале, — это лучи Солнца, сбереженные ради нашего удовольствия. Дрова, пылающие в наших печах, — это опять-таки кусочки Солнца: каждое полено этих дров дело рук чудесного светила; оно же заставляет работать мельницу, приводимую в движение воздухом или водой, гонит корабли и пароходы по морям и океанам, мчит длинные поезда и трамваи по рельсам. Паровоз — чудовище, порожденное промышленностью еще в прошлом столетии, — родное дитя Солнца; каменный уголь, питающий паровую машину, — это результат долголетней работы, накопленной Солнцем в течение многих миллионов лет и глубоко запрятанной под поверхностью Земли. Дождь, снег, ледники, реки, потоки, водопады — все это создается могучей силой Солнца.

Нам кажется, что мы определили эту силу, вычислив все действия и проявления ее на Земле. Но на долю Земли приходится лишь ничтожная, микроскопически малая часть всего количества тепловой и световой энергии, испускаемой Солнцем в мировое пространство.

До каких исполинских размеров доходит эта энергия, исходящая от центрального светила, можно судить по тому, что она превосходит в 2 миллиарда 200 миллионов раз то количество тепла и света, которое падает на нашу планету.

Все планеты солнечной системы вместе задерживают лишь одну стомиллионную часть тепла, отдаваемого Солнцем; все остальное теряется, по видимому, бесследно в беспредельном пространстве.

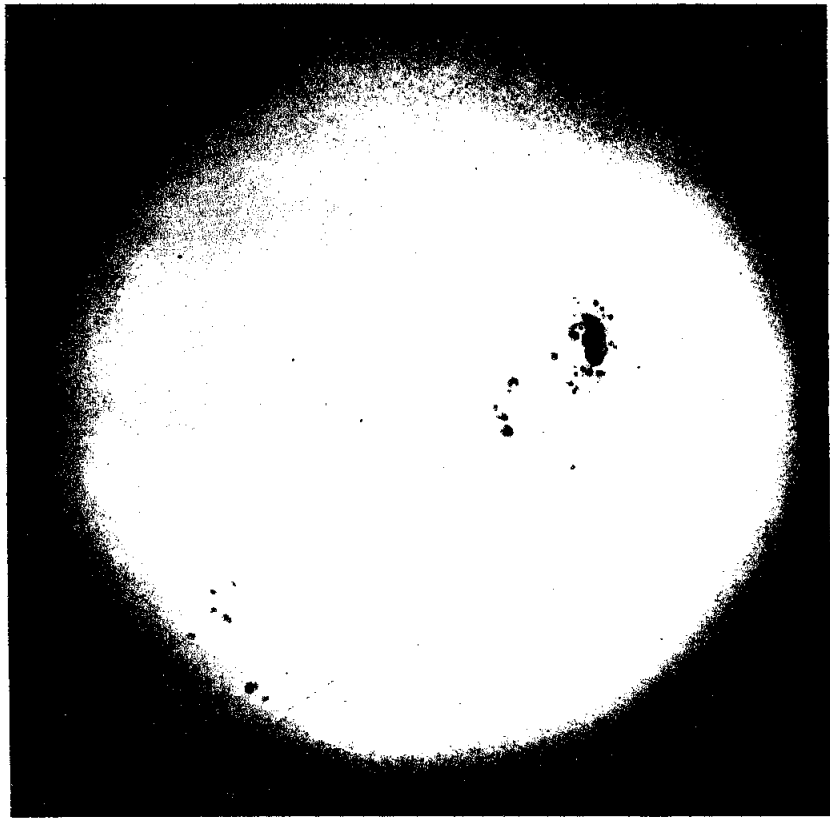
Вычислено, что, для того чтобы произвести искусственно теплоту, исходящую из Солнца в каждую секунду, нужно сразу сжечь 11 квадриллионов 600 тысяч миллиардов тонн каменного угля. Такое невероятное количество тепла может привести в кипение миллион миллионов кубических километров воды, имеющей температуру таящего льда.

Это такие цифры, которые человеческий разум абсолютно не в состоянии постигнуть, в чем мы должны признаться без ложного стыда.

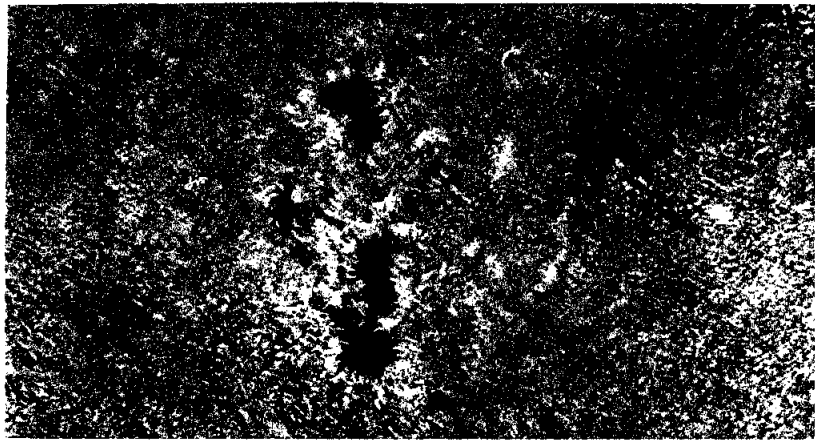
Перейдем теперь к описанию солнечной поверхности. Рассматривая Солнце в зрительную трубу, перед окуляром которой поставлено цветное стекло, можно видеть, что солнечная поверхность не везде одинаково светла: очень часто на ней замечаются пятна, точно по лучезарному диску плывут темные облака.

Эти черные пятна обыкновенно имеют почти круглую форму, но очень часто они появляются небольшими группами, образуя весьма разнообраз-

ТАБЛИЦА III



Фотография Солнца с пятнами.



Фотография, показывающая зернистость (грануляцию) видимой поверхности Солнца.

ные неправильные фигуры. Внутренняя часть каждого пятна кажется совершенно черной и называется ядром, или тенью; менее темная кайма вокруг ядра называется полутенью. Тень от полутени отделяется обыкновенно довольно резко.

Поверхность Солнца весьма неоднородна; она покрыта множеством маленьких зерен, весьма различного вида; большей частью они имеют овальную или яйцеобразную форму. Узкие промежутки между зернами имеют вид темной сетки (см. таблицу III).

Зернистое строение солнечной поверхности в том виде, как оно изображено на нашем рисунке, можно видеть только при помощи телескопов и при благоприятных атмосферных условиях.

Мы видим здесь, что поверхность Солнца состоит из множества светлых точек или зерен, имеющих вид сети; узлы этой сети расширяются иногда настолько, что образуют как бы отверстия или поры; эти поры, в свою очередь увеличиваясь все более и более, дают начало пятну.

Ослепительно яркая поверхность Солнца называется фотосферой. Тщательные наблюдения показали, что фотосфера не имеет одинаковое строение во всех своих частях: в одних местах зерна, называемые гранулами, видны отчетливо и имеют резкие очертания, в других — они расплываются, принимая неопределенные, неясные формы.

Эти зерна являются источниками света и теплоты; они занимают около пятой части всей поверхности Солнца, согласно вычислениям американского астронома Ланглея; величина зерен неодинакова: диаметры их колеблются от 200 до 300 километров. Если число световых зерен по какой-либо причине увеличится, то Солнце будет посылать более света и тепла; наоборот, уменьшение этих гранул или погружение их в более темные слои имело бы своим последствием охлаждение фотосферы.

Остановимся теперь несколько подробнее на солнечных пятнах. Они, как оказывается, давно уже были известны китайским астрономам. В хронике Ма Туан-линь находится замечательная таблица наблюдений, произведенных между 301 и 1205 годами нашей эры. Чтобы дать представление о величине и форме пятен, видимых на Солнце, наблюдатели сравнивают их с яйцами, фициками, грушами и пр.

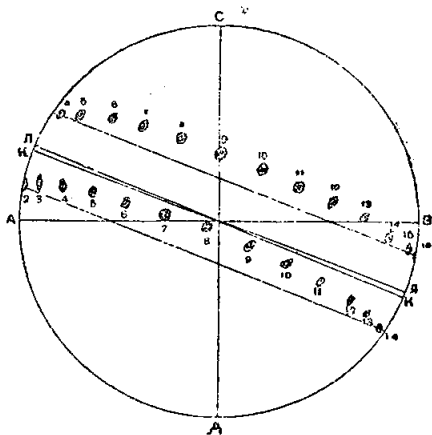


Рис. 58. Изменение вида солнечного пятна в зависимости от его положения на диске Солнца, доказывающее вращение Солнца.

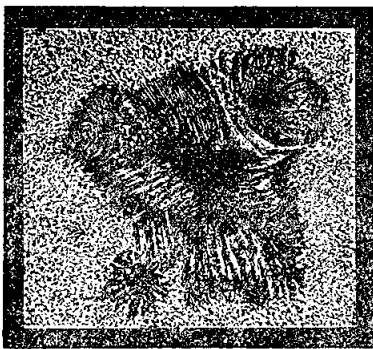


Рис. 59. Типичное солнечное пятно.



Рис. 60. Одно из величайших солнечных пятен.

Эти сведения никакой пользы европейцам не принесли, так как сделались известными у нас только сравнительно недавно. Мы даже не знаем, каким образом китайские астрономы производили свои наблюдения; так как телескоп им был неизвестен, то они, по всей вероятности, пользовались закопченным стеклом, с помощью которого, как известно, простым глазом можно видеть на Солнце только очень большие пятна.

В Европе солнечные пятна впервые были замечены в XVI веке монахом-иезуитом Шейнером из Ингольштадта. Это открытие было встречено очень недружелюбно начальством могущественного монашеского ордена: дневное светило считалось символом небесной чистоты и непорочности, и допускать существование каких-то пятен на его лучезарном лице значило бы подрывать основные догматы веры. Галилей, занимавшийся в Италии теми же наблюдениями, что и Шейнер в Германии, подтвердил сообщение немецкого иезуита и вычислил скорость вращения Солнца, основываясь на перемещении солнечных пятен.

Скоро существование этих пятен в кругу ученых было признано фактом, не подлежащим никакому сомнению.

Пятна появляются на восточной стороне Солнца, начинают двигаться по диску и спустя 14 дней исчезают на западной стороне. Совершив полный оборот, пятна редко появляются снова в том же виде, в каком они наблюдались раньше; обыкновенно, показываясь опять с восточного края, они бываю сильно изменены; некоторые же совсем пропадают.

Видимое движение пятен близ центра совершается быстрее, чем по краям солнечного диска, причем по мере приближения к видимым краям Солнца пятна теряют свою круглую форму, — делаются овальными. Эти изменения во внешнем виде пятен только кажущиеся; зависят они от того, что их движение совершается не в плоскости, а по поверхности шара.

Это обстоятельство и послужило доказательством того, что Солнце — не плоский диск, а шарообразное тело.

Размеры пятен бывают иногда настолько значительны, что они могут быть рассмотрены невооруженным глазом; для этого диаметр пятна должен быть не меньше  $50''$  дуги. Одно из величайших солнечных пятен наблюдалось 14 октября 1883 года: диаметр его был равен  $159''$  дуги, то есть 114 тысячам километров, — расстояние, превышающее диаметр Земли в 7 раз (рис. 60).

Число пятен не всегда бывает одинаковым. Иногда они бывают очень многочисленны, как в 1871 и 1883 годах, а иногда встречаются в таком ничтожном количестве, что в течение нескольких месяцев едва удается разглядеть одно пятнышко. Мы увидим сейчас, что в этом отношении существует замечательная периодичность.

Каждое пятно возвращается на то место, где оно раньше было наблюдаемо, через каждые  $27\frac{1}{3}$  дней, описав полный оборот вокруг Солнца; отсюда следует, что само Солнце вращается вокруг себя, подобно тому, как Земля вращается вокруг своей оси. Видимое вращение Солнца совершается в  $27\frac{1}{3}$  дней, но Земля за время одного оборота Солнца успевает пробежать известную часть пути по своей орбите, а именно описывает дугу в  $25^\circ$ ; вычислив соответственную поправку, мы найдем, что в действительности полный оборот Солнца совершается в  $25\frac{1}{2}$  дней. Раз Солнце вращается, то у него есть ось вращения и перпендикулярная к ней плоскость солнечного экватора, от которого, как и на Земле, можно отсчитывать географическую, вернее гелиографическую, широту.

Солнечные пятна не распределены равномерно по всему диску; больше всего они скопляются возле экватора Солнца, весьма редко переходя за пределы  $35-40^\circ$  широты.

Интересно то, что не все части солнечной поверхности вращаются равномерно: для разных широт существует различный период вращения. Так, на экваторе полный оборот совершается в 25 дней, на широте  $20^\circ$  — в  $25\frac{1}{2}$  дней, на широте  $35^\circ$  — в 26 дн. 14 час., на широте  $45^\circ$  — в 29 дней и на широте  $75^\circ$  — в 33 дня 8 час. Это замедление скорости вращения с широтой простирается до самых полюсов. На этом основании мы должны сделать заключение, что Солнце вращается не как одно целое, не так, как Земля.

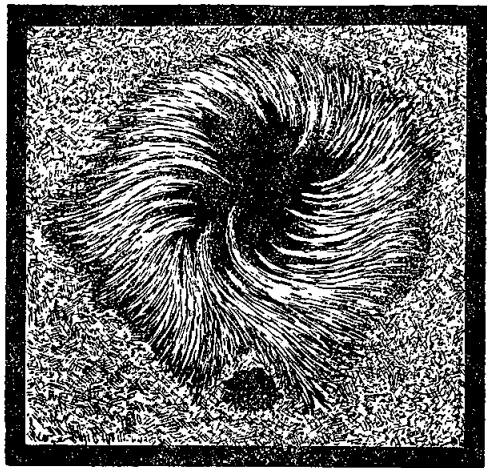


Рис. 61. Солнечное пятно. Световые потоки, направляющиеся к центру.

Какова природа этих пятен, как они образовались?

Шейнер полагал, что пятна представляют собой спутников Солнца, — мнение, абсолютно неверное.

Галилей приписывал образование пятен облакам или парам, носящимся над фотосферой.

Другие астрономы, в особенности Лаланд, живший полтора века назад, видели в пятнах горы, обрывистые склоны которых и производят впечатление полутени, по это что-то фантастическое. На самом деле солнечные пятна суть не что иное, как впадины, или углубления, на поверхности Солнца, где температура газов более низка и где они излучают поэтому меньше света. Черными пятна кажутся лишь по сравнению с ослепительно яркими, более горячими газами, которые окружают пятна.

Время, необходимое для образования пятна, чрезвычайно различно: одни пятна образуются очень медленно, другие появляются почти мгновенно. Ширина полутени, окружающей пятно, также бывает различна; строение ее весьма разнообразно. Большей частью в полутени видны своего рода прожилки, имеющие вид извилистых потоков. Эти потоки на внешней части полутени, то есть там, где они отделяются от фотосферы, отличаются меньшей плотностью и не так ярко светятся, как вблизи ядра, где они лежат более густыми рядами и кажутся более блестящими.

Те места, которые заняты пятнами, представляют по сравнению со средним уровнем видимой поверхности Солнца углубления, или ямы; глубина их различна: в одних она доходит, по видимому, до одной трети земного радиуса, в других она превышает по диаметру Земли.

Ядро пятен, то есть внутреннюю часть их, вовсе нельзя назвать абсолютно черной, непроницаемой тенью; как уже говорилось, она кажется такой только вследствие резкого контраста с окружающей блестящей фотосферой. Свет, испускаемый пятнами, как показали опыты, в тысячу раз сильнее света полной Луны.

Пятна обыкновенно окружены яркими участками, которые называются факелами. Эти факелы, являющиеся своего рода выступами, или поднятиями, горячих газов из фотосферы, можно отчетливо рассмотреть тогда, когда пятно находится на самом краю солнечной поверхности.

Образование пятен обусловлено большими переворотами, происходящими на Солнце. Результатом этих переворотов являются, с одной стороны, поднятия солнечной поверхности, с другой — понижения ее, или углубления. Эти углубления, или ямы, излучающие меньше света, чем окружающие участки, и кажутся нам темными кружками, или пятнами.

Теперь мы перейдем к описанию весьма важных процессов, происходящих на Солнце, именно — к описанию солнечных извержений, которые были открыты гораздо позже, чем пятна.



## Солнечная атмосфера

**Протуберанцы — гигантские взрывы. — Солнечная атмосфера. —  
Корона.**

Во время полных солнечных затмений по краям темного диска Луны обыкновенно замечаются так называемые протуберанцы, или огненные языки. Такие явления наблюдались даже простым глазом, особенно в 1239, 1560, 1605, 1652, 1706, 1729, 1733 и 1766 годах, но астрономы не придавали им никакого значения, считая их обманом зрения. Во время солнечного затмения, происходившего 8 июля 1842 года, огненных языков, вырывающихся из-под черного лунного кружка, было особенно много.

По поводу природы этих огненных языков были высказаны самые различные предположения и догадки. Внимательное изучение странного явления во время последующих затмений, происходивших в 1851, 1860 и 1868 годах, показало, что, кроме языков пламени, или протуберанцев, существует целый слой светящейся материи, которая со всех сторон облегает Солнце. Протуберанцы и возникают из этого слоя; это массы, которые поднимаются над общим уровнем и даже иногда отделяются от него; некоторые из них имеют вид столбов дыма, которые как бы под действием ветра тянутся над солнечной поверхностью и отличаются громадными размерами, превышая земной диаметр в пять, восемь и даже десять раз.

Что такое представляют собой эти протуберанцы, эти огненные выступы, из какого вещества они состоят?

На эти вопросы дает определенный ответ спектральный анализ, с основными началами которого мы скоро познакомим наших читателей.

Спектроскопические исследования наглядно доказали, что протуберанцы представляют собой газообразные массы, главной составной частью которых являются водород и кальций. Французский астроном Жансен, сделавший это открытие, заметил также, что для наблюдения протуберанцев вовсе не нужны солнечные затмения: их не только легко обнаружить с помощью спектроскопа во всякое время, но можно также определить, какую форму они имеют.

Для этого нужно приладить спектроскоп к окуляру трубы и направить его щель на край Солнца. В спектроскопе есть узкая щель, которую во время наблюдений и передвигают вдоль видимого края Солнца. Если щель наткнется на выступ, то это сейчас же делается заметным благодаря спектру, а так как длина светлой линии водорода, характеризующей протуберанцы, меняется в зависимости от того, на каком расстоянии находится щель от края солнечной поверхности, то таким образом можно определить форму

выступов, облегающих Солнце, можно, так сказать, нарисовать ландшафт солнечных окрестностей.

В некоторых обсерваториях систематически занимаются наблюдениями над протуберанцами, зарисовкой их с помощью спектроскопа и даже фотографированием.

В Италии было даже особое астрономическое общество для изучения именно этих явлений — общество спектроскопистов, находившееся в Риме.

Весь солнечный шар окружен раскаленной газообразной оболочкой, которая называется хромосферой, то есть «цветной сферой», так как вырывающиеся из нее языки пламени окрашены в розовый цвет.

Эти языки и струи по временам бывают очень красивы, напоминая фейерверки; ветви их — это настоящие художественные произведения. Некоторые струи очень похожи по своей форме на пальмы, с красиво изогнутыми верхушками.

Протуберанцы весьма непостоянны: они то появляются, то исчезают, редко оставаясь на одном и том же месте в течение целого часа. Спектральный анализ показал, что, кроме водорода и кальция, в них содержится много других веществ.

Протуберанцы во всевозможных формах и видах изображены на таблице IV. Тут мы видим и языки, и струи, и снопы, и султаны, и облака. Некоторые из них достигают огромной высоты, равняющейся десяткам и сотням тысяч километров.

Хромосфера обыкновенно имеет вид волнующегося моря; иногда здесь парит затишье, но по временам тут свирепствуют жестокие бури и происходят сильнейшие извержения.

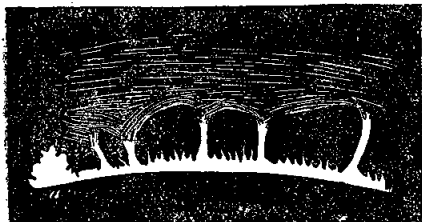


Рис. 62а. Взрыв на Солнце.  
Первая фаза.



Рис. 62б. Взрыв на Солнце.  
Вторая фаза.



Одно из самых замечательных наблюдений в этой области, которое служит наглядным доказательством бурных переворотов, происходящих на солнечной поверхности, было сделано американским профессором Юнгом.

7 сентября 1871 года Юнг занимался исследованием огромного выступа на восточном крае Солнца.

Этот выступ имел форму большого спокойного облака, связанного с хромосферой четырьмя или пятью вертикальными светлыми, очень подвижными столбами; оно простиралось в длину на  $3'45''$ , в высоту — на  $2'$ , то есть оно имело в длину 161 тысячу километров, а в высоту — 88 тысяч километров.

Через некоторое время один из столбов на южной стороне облака стал излучать более яркий свет, чем остальные, и выгнулся вперед, тогда как на северной стороне, вблизи основания другого столба, образовалась небольшая светлая масса, весьма напоминающая верхнюю часть грозовой тучи, она изображена на рис. 62а и отмечена там буквой *a*.

В час дня, вернувшись к телескопу, оставленному им полчаса назад, Юнг к величайшему своему изумлению увидел, что от облака и столбов не осталось и следа. Ему представилось необыкновенное зрелище: над поверхностью Солнца носилось множество разбросанных, отдельных друг от друга обрывков, которые быстро поднимались вверх. Некоторые из них были уже на высоте около  $4'$ , то есть 176 тысяч километров, но затем на глазах наблюдателя стали подниматься все выше и выше и 10 минут спустя очутились на высоте 300 тысяч километров над поверхностью Солнца.

Таким образом, поднятие совершалось со скоростью 267 километров в секунду. Прилагаемый рисунок (62б) дает представление об этом явлении в момент наибольшего подъема огненных брызг. Явление длилось 15 минут и затем исчезло.

По всем признакам мы здесь имеем дело с колоссальным взрывом, направленным снизу вверх и взбудоражившим всю хромосферу. Вечером того же дня, когда было замечено описанное выше явление, в Америке наблюдалось очень красивое северное сияние.

Не было ли это со стороны Земли ответом на бурный взрыв, происшедший на Солнце?



Рис. 63. Сравнительные размеры Земли и протуберанцев.

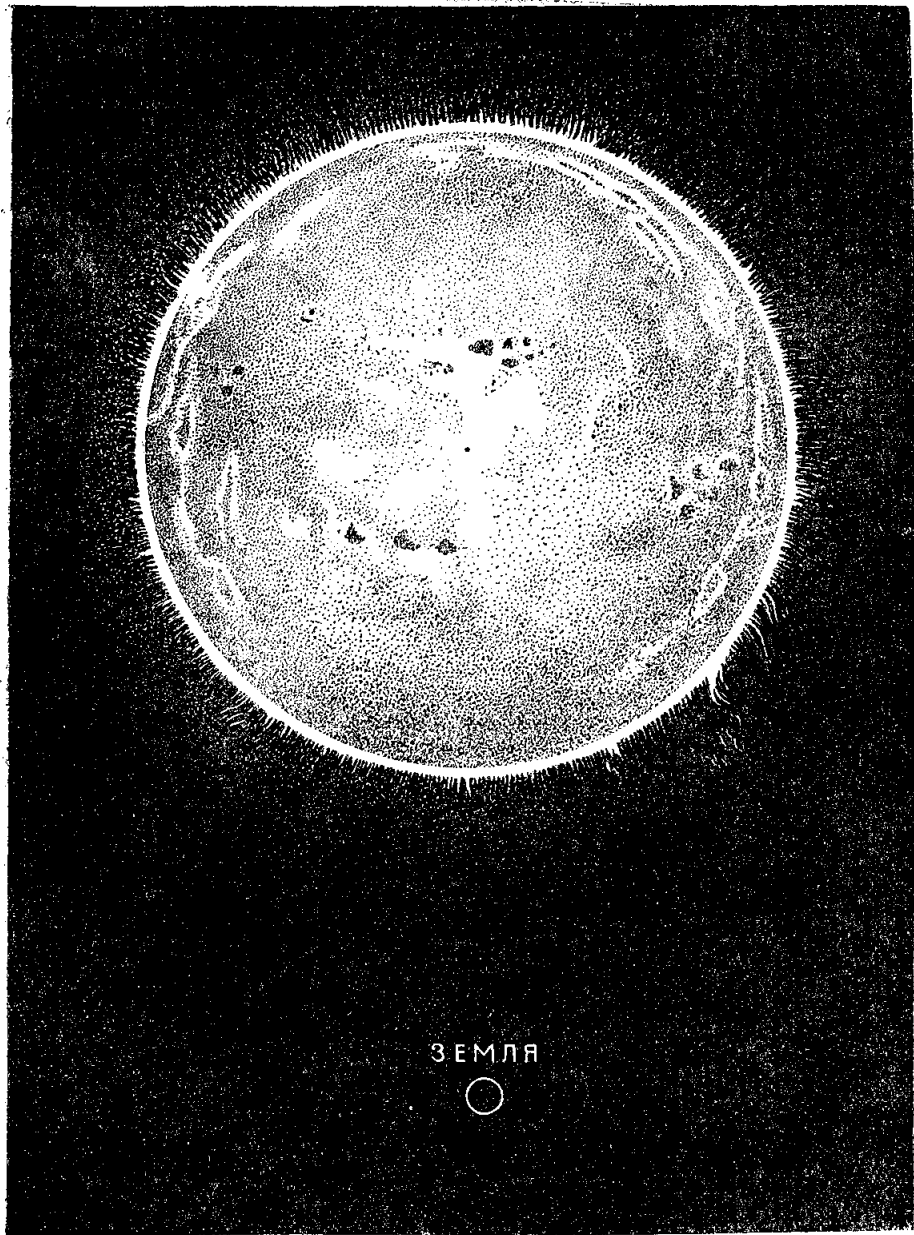


Рис. 64. Общий вид Солнца, рассматриваемого в телескоп, который снабжен особым спектроскопом (спектрогелиоскопом).

Один из наиболее замечательных огненных выступов в хромосфере Солнца был зарисован Таккини в Риме 30 января 1885 года.

Высота этого выступа равнялась  $6'18''$ , или 228 тысячам километров, то есть в 18 раз превышала диаметр Земли.

Но что нельзя воспроизвести кистью и красками, так это ту удивительную живость ярких тонов и ту быстроту движений, которыми отличаются эти громадные, пышущие пламенем газообразные массы. Поэтому самые лучшие рисунки кажутся мертвыми по сравнению с этими грандиозными явлениями природы. Эти горящие массы, сияющие ослепительно ярким блеском, извивающиеся в разные стороны и перемещающиеся со страшной быстротой, производят впечатление живых существ, которые ведут деятельную, кипучую жизнь в огненной атмосфере.

Такие извержения замечаются повсюду — как на экваторе, так и на полюсах Солнца. Отсюда следует, что солнечный шар весь покрыт океаном пламени, из которого то и дело вырываются огромные красные языки и который служит ареной бешеных взрывов, повторяющихся время от времени с различной силой<sup>1</sup>.

Скажем еще несколько слов о так называемом венце, или солнечной короне, — явлении, которое наблюдается при полных солнечных затмениях. Тогда черный диск Луны, закрывающий Солнце, бывает окружен со всех сторон сиянием, которое и называется короной. В короне различают две части — внутреннюю и внешнюю. Первый и самый яркий слой, непосредственно примыкающий к краю Солнца, представляет собой блестящее кольцо хромосферы, тут пламя огненных языков хорошо заметно. За слоем хромосферы, имеющим в ширину  $15—20''$ , следует другой, гораздо более широкий. Здесь, собственно, и начинается область короны, имеющей неправильные очертания. Из этой внутренней короны выходят длинные, почти прямые лучи света, придающие всей короне характерный вид. Лучи внешней короны имеют большое сходство с лучами света, которые скользят между облаками в то время, когда Солнце близится к закату.

---

<sup>1</sup> В последнее время придуман прибор — спектрогелиоскоп, — при помощи которого ежедневно можно видеть не только протуберанцы, но и всю солнечную поверхность (хотя бы по частям). При этом наблюдатель видит распределение в солнечной атмосфере какого-либо определенного вещества, например водорода. Картина, которую можно составить, рассматривая Солнце в такой прибор, изображена на рис. 64. — *Прим. ред.*



## Колебания солнечной энергии

**Годичное изменение числа пятен и извержений. — Одиннадцатилетний период. — Удивительные совпадения. — Земной магнетизм и северные сияния.**

Описанные выше явления в достаточной степени выяснили тот факт, что великое светило не находится в покое, а, наоборот, развивает кипучую деятельность, волнуясь беспрестанно; причем в проявлении этой страшной энергии замечаются то моменты сильного и бурного подъема, то моменты относительного покоя или временного затишья.

В этой смене максимума и минимума напряжения энергии удалось подметить правильную периодичность. Многочисленными наблюдениями установлено, что в конце каждого одиннадцатого года число пятен, извержений и взрывов достигает максимума, затем это число начинает последовательно уменьшаться, достигает минимума через 6—7 лет, затем снова увеличивается и т. д.

Эта периодичность была впервые замечена астрономом-любителем Швабе, который с 1825 по 1867 год ежедневно делал рисунки Солнца, считая при этом число видимых на нем пятен. Варрен де ла Рю продолжал эти работы с 1868 года, а с 1873 года подробные наблюдения над состоянием солнечной поверхности стали производиться в Гринвичской обсерватории и продолжают до сих пор в целом ряде астрономических обсерваторий.

На основании огромного материала, собранного за этот промежуток времени, была составлена прилагаемая здесь диаграмма, изображающая в форме кривых последовательное периодическое нарастание и убывание числа солнечных пятен.

Такому периодическому изменению подвергаются не одни только солнечные пятна, но также и извержения. Деля количество выступов, замеченных на Солнце в течение года, на число дней, в которые эти выступления были сосчитаны, мы узнаем, сколько извержений в среднем выпадает на одни сутки.

Из года в год периодически изменяется проявление солнечной энергии. Из этого, однако, нельзя сделать заключения, что между числом пятен и числом извержений существует какая-нибудь определенная связь. Эти явления, по видимому, независимы друг от друга, но одиннадцатилетний период вообще, как видно, играет очень важную роль во всех явлениях физической жизни, замечаемой на Солнце.

В чем же заключается причина этих явлений?

Чем вызывается появление пятен, извержений и возмущений, происходящих на солнечной поверхности?

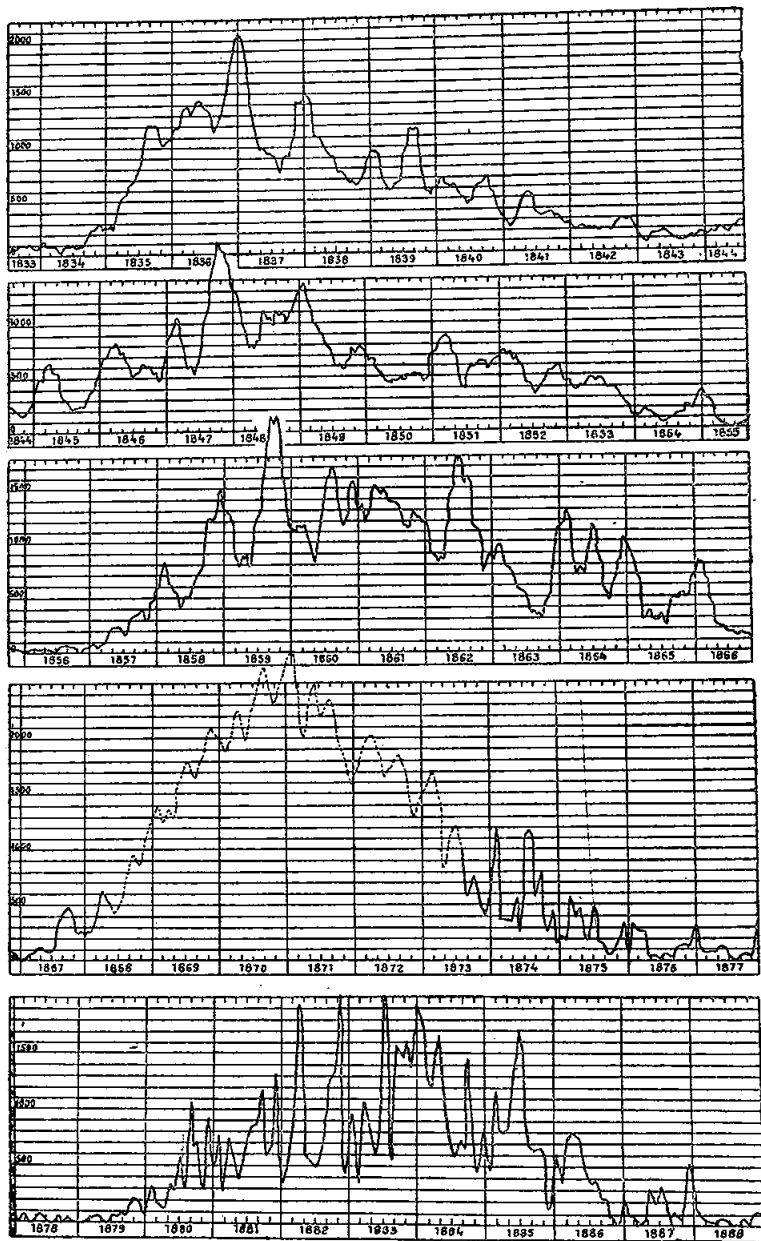


Рис. 65. Периодическое изменение числа солнечных пятен каждые 11 лет.

Раньше все эти явления объясняли влиянием Юпитера, планеты, которая совершает полный оборот вокруг Солнца в 11,86 года. В течение этого времени расстояние планеты от Солнца значительно изменяется. Разница между афелием и перигелием, то есть между наибольшим и наименьшим расстоянием от Солнца, составляет около 76 миллионов километров. Юпитер, вращаясь вокруг Солнца, притягивает к себе обращенную к нему сторону Солнца с большей силой, чем центр Солнца, то есть вызывает в газах солнечного шара приливы, подобные тем, какие Луна вызывает в земных океанах. Это притяжение то усиливается, то ослабевает в зависимости от расстояния. Можно допустить, что передвижение газов в солнечной массе под влиянием притяжения Юпитера сказывается для нас в появлении пятен, число которых достигает максимума в тот момент, когда Юпитер ближе всего подходит к Солнцу, и минимума, когда он дальше всего отстоит от него.

Это было бы очень просто, если бы время обращения Юпитера в точности совпадало с периодичностью пятен; но время обращения Юпитера — 11,86 года, а периоды максимального и минимального числа пятен составляют в среднем 11,1 года. Таким образом, через 13—14 оборотов, сделанных Юпитером, наибольшее притягательное влияние, оказываемое им на центральное светило, сопровождалось бы наименьшим количеством пятен на его поверхности.

Притягательное действие других планет — Земли, Венеры, Меркурия — ничтожно по сравнению с притяжением гиганта Юпитера.

Таким образом, объяснение возмущений, происходящих на Солнце, влиянием планет, окружающих его, не выдерживает критики.

Причина периодичности, может быть, будет когда-нибудь открыта при более подробном изучении других физических явлений, которые также изменяются периодически.

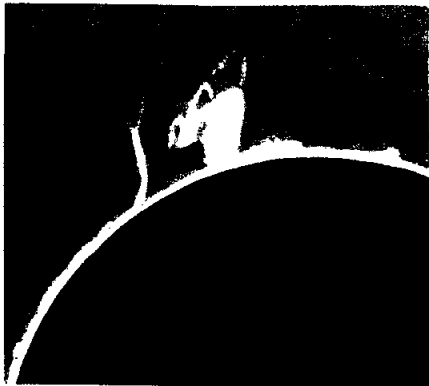
Между солнечными пятнами и явлениями земного магнетизма существует удивительная связь.

Мы упоминали уже, что магнитная стрелка не всегда остается неподвижной в плоскости магнитного меридиана и иногда отклоняется в сторону. Эти отклонения бывают вековые, годовые и суточные.

Во время суточных колебаний магнитная стрелка больше всего отклоняется к востоку в 8 часов утра. Тут стрелка останавливается, возвращается к плоскости магнитного меридиана, переходит ее и достигает наибольшего отклонения к западу в 1 час. 15 мин. пополудни; затем стрелка возвращается назад к востоку, останавливается около 8 часов вечера, опять отклоняется на запад до 11 часов и, начиная с этого момента, решительно поворачивает на восток, достигая максимального отклонения в 8 часов утра.

Это явление общее и повсеместное, оно наблюдается везде на земном шаре, с той только разницей, что размахи колебаний неодинаковы: в Париже максимальное отклонение стрелки измеряется 9' дуги, на тропиках

ТАБЛИЦА IV



Фотография быстрых изменений, происходящих в протуберанцах.

же это отклонение достигает всего 1—2'. Но для данной местности отклонения магнитной стрелки довольно постоянны.

Эти суточные колебания магнитной стрелки, обусловленные изменениями, происходящими в температуре и электричестве атмосферного воздуха, подвержены изменениям, именно величина размаха суточных колебаний изменяется постепенно. Если из всех наблюдаемых суточных колебаний магнитной стрелки, сделанных за год, взять среднее арифметическое, то окажется, что, сравнивая эти числа за довольно большой промежуток времени, мы заметим, что через каждые 11 лет величина среднего суточного колебания магнитной стрелки почти удваивается. Этот одиннадцатилетний период замечательно хорошо совпадает с периодом солнечных пятен, который также длится 11 лет.

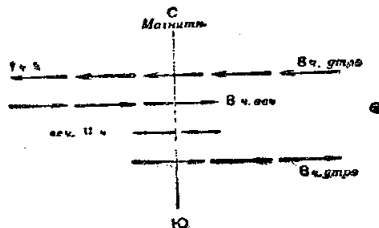


Рис. 66. Суточное колебание магнитной стрелки.

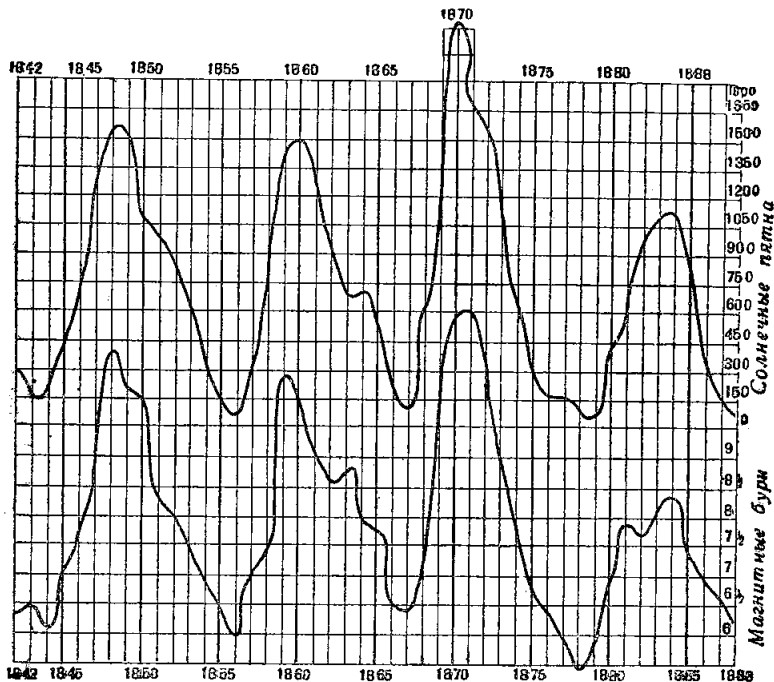


Рис. 67. Замечательное соответствие между числом солнечных пятен и колебаниями магнитной стрелки.



Если начертить кривую солнечных пятен, число которых изменяется периодически, а под ней — кривую магнитных колебаний за тот же промежуток времени, то мы получим удивительное совпадение максимумов и минимумов.

Мы видим, что годы, в которые отклонение маленькой стальной иглы — наибольшее, совпадают с теми годами, когда на Солнце наблюдается наибольшее количество пятен, и наоборот. Это поразительное совпадение невольно возбуждает в нашем уме массу различных вопросов. Существует ли какая-нибудь магнитная связь между гигантским солнечным шаром и нашей планетой?

Известны случаи, что сильные возмущения на Солнце, наблюдавшиеся различными астрономами, сопровождалось беспокойными движениями магнитной стрелки.

Так, 1 сентября 1859 года астрономы Карингтон и Ходгсон, производившие наблюдения в разных местах, заметили необыкновенно яркую полосу света, блеснувшую среди солнечных пятен, рассматриваемых в телескоп.

В то же время все магнитные стрелки, находившиеся в обсерваториях, пришли в сильное беспокойство и стали метаться из стороны в сторону, как сумасшедшие.

В тот же день наблюдались северные сияния в различных частях земного шара — в Риме, Калькутте, на острове Кубе, в Австралии и в Южной Америке, — причем магнитные возмущения были повсюду так сильны, что телеграф во многих местах перестал действовать.

Аналогичное явление наблюдалось 3 августа 1872 года в Америке: очень бурное волнение солнечной хромосферы сопровождалось сильными колебаниями магнитной стрелки.

Далее, 18 ноября 1882 года через центральный меридиан Солнца прошло одно из величайших по своим размерам пятен, которые когда-либо наблюдались. Это пятно было видно простым глазом, что несколько не удивительно, если принять во внимание, что оно имело в поперечнике свыше 100 тысяч километров. Но в то же время на земном шаре происходили сильные магнитные возмущения: в Соединенных штатах телеграфные аппараты перестали работать, во Франции, Англии и других местах магнитные приборы регистрировали чрезвычайно фантастические колебания магнитной стрелки.

Такие же странные колебания замечаются, как мы уже упоминали, во время появления северных сияний, число и величина которых периодически изменяются через каждые 11 лет; при этом максимум сияний совпадает с максимумом солнечных пятен и извержений. Во Франции, где северные сияния так редки, эти явления наблюдались в большом числе и в очень красивой форме в 1869, 1870, 1871 и 1872 годах, когда на Солнце были видны в большом количестве солнечные пятна.

Очевидно, между процессами, происходящими на Солнце и на Земле, между солнечными пятнами, извержениями, северными сияниями, с одной

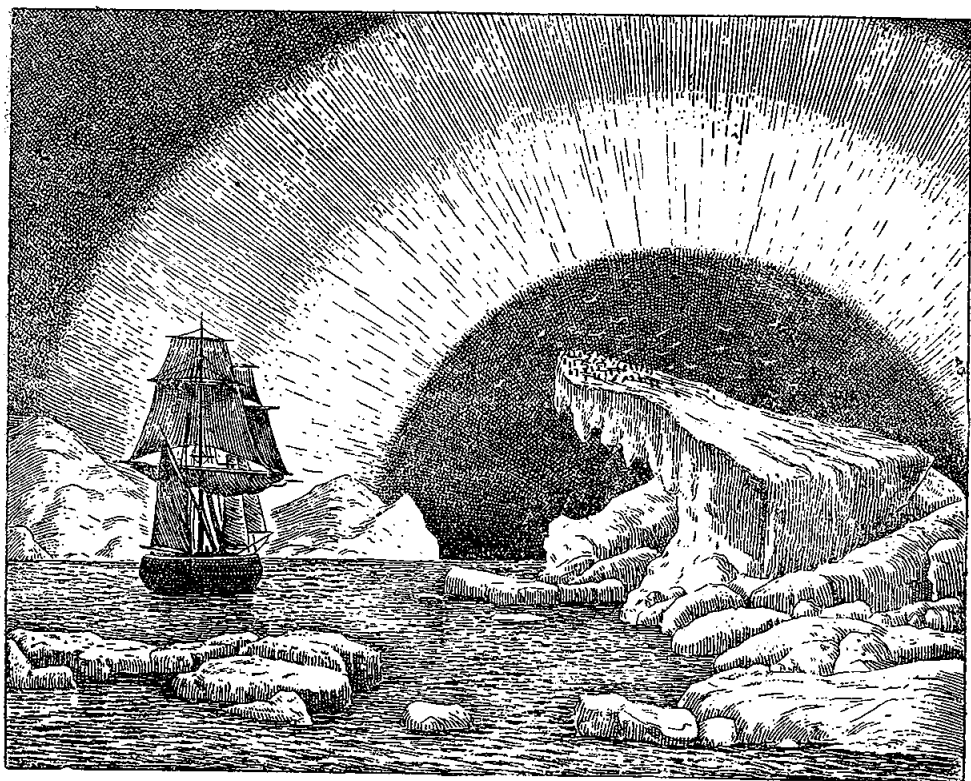


Рис. 68. Северное сияние.

сторон, и явлениями земного магнетизма — с другой, существует какая-то зависимость<sup>1</sup>.

Теперь мы остановимся несколько на физическом строении солнечного шара.

Если мы приблизимся к Солнцу, то первое, что мы встретим, — это солнечную корону; корона со всех сторон окружает лучезарное светило и имеет в ширину более полумиллиона километров. Что такое представляет

---

<sup>1</sup> Природа полярных сияний и характер физической связи солнечной деятельности с земными явлениями в прошлом столетии не были известны. Современная наука решила эту загадку. Полярные сияния представляют собой электрическое свечение верхних слоев земной атмосферы под действием столкновения ее частиц с электрически заряженными частицами, выбрасываемыми Солнцем в области солнечных пятен и достигающими Земли. Эти электрические явления и оказывают влияние на магнитную стрелку. — *Прим. ред.*

собой эта корона? На основании некоторых наблюдений можно с уверенностью сказать, что вещество короны не представляет собой истинной атмосферы, то есть не состоит из плотной газовой оболочки. Дело в том, что некоторые светила, как, например, кометы, проходят иногда сквозь самую корону Солнца и, несмотря на колоссальную скорость передвижения — 563 километра в секунду, — не испытывают ни малейшего сопротивления на своем пути. Между тем известно, что камешки, несущиеся в пространстве со скоростью около 60 километров в секунду, так накаляются, когда влетают в нашу атмосферу, что на высоте 100—150 километров целиком превращаются в пар и производят при этом на наблюдателя впечатление падающей звезды. До какой степени должна быть разрежена атмосфера солнечной короны, если кометы могут проходить через нее, не только не уничтожаясь, но не испытывая при этом ни малейшего сопротивления на своем пути!

Корона, по всей вероятности, представляет собой пространство, наполненное огромным количеством частиц, которые отделились от поверхности Солнца и превратились в пар вследствие чрезвычайно высокой температуры. Весьма возможно, что корона состоит из веществ, которые беспрестанно выбрасываются вверх Солнцем и которые снова падают на него, но для этого скорость движения выбрасываемых тел должна быть не меньше 300 километров в секунду, причем извержения должны происходить на всей поверхности Солнца.

Солнечная корона, как полагают, связана с так называемым зодиакальным светом. Зодиакальным светом называется сияние, которое замечается иногда у нас после заката Солнца или перед восходом его. Оно имеет вид конуса, растянутого в направлении полосы зодиакальных созвездий и захватывающего в наших широтах около половины неба.

Непосредственно под короной лежит хромосфера.

Хромосфера — это огненная оболочка, имеющая в толщину 10—15 тысяч километров. Из нее вырываются громадные раскаленные массы, которые мы ради образного сравнения называем огненными языками.

В состав хромосферы входят пары магния, железа и других металлов. Выступы, или протуберанцы, представляют собой огромные массы водорода и кальция, выбрасываемые со скоростью до 240 километров в секунду.

Извержения длятся иногда несколько часов, даже дней; при этом огромные световые облака висят почти без движения над солнечной поверхностью, пока, наконец, не обрушатся на нее в виде огненного ливня. Как дать представление о колоссальной мощи явлений на Солнце? Если хромосфера — огненный океан, то необходимо прибавить, что этот океан жарче самого накаленного плавильного горна, а глубина его равняется ширине Атлантического океана. Если свирепствующие на его поверхности бури мы сравним с ураганами, то должны иметь в виду, что наши ураганы несутся со скоростью 150 километров в час, тогда как на Солнце они пролетают то же самое пространство в одну секунду. Что такое извержения.

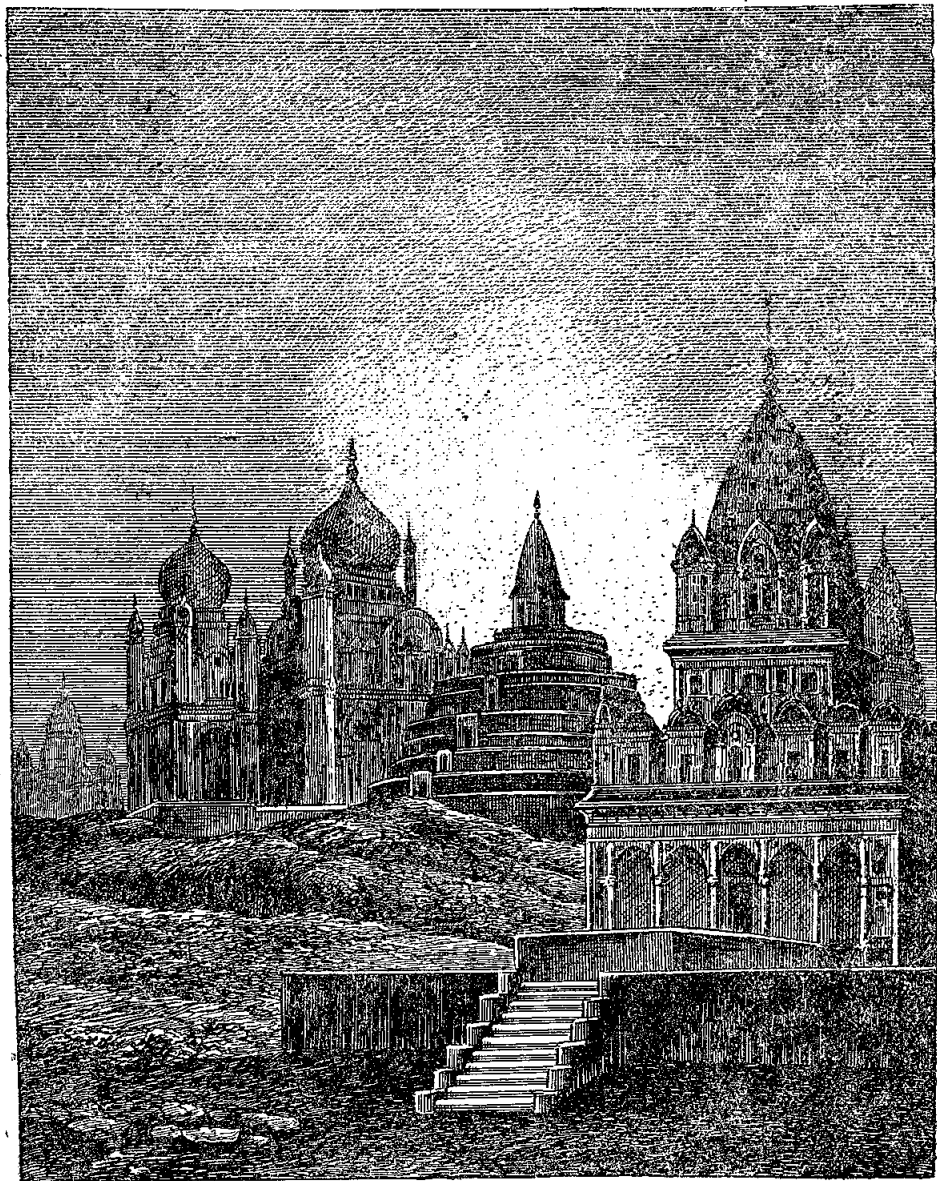


Рис. 69. Зодиакальный свет в Японии.

наших вулканов по сравнению с солнечными? Везувий похоронил под своей лавой два города — Геркуланум и Помпею; но если бы солнечное извержение случилось у нас, то, ввиду того что оно в несколько секунд достигает высоты сотни тысяч километров, оно залило бы всю Землю морем огня и мгновенно испепелило бы все живущее на ней. Если бы земной шар упал на Солнце, то он быстро растаял бы и обратился в пар, как маленькая снежинка.

Видеть солнечную корону и хромосферу мы можем только либо во время полных солнечных затмений, либо с помощью спектроскопа; та ослепительно яркая поверхность, которую мы видим простым глазом или в зрительную трубу, — это фотосфера; над ней расположена область, занятая хромосферой, о которой речь была выше.

Фотосфера и есть великий источник света и тепла, получаемого нами от гигантского светила.

В каком состоянии находится фотосфера? Она не тверда, не жидка, а газообразна, и состоит из подвижных образований, которые имеют вид облаков, рассматриваемых с воздушного шара. Эти гранулы, или зерна, как раскаленные искры, величиной с наши Альпы, носятся в океане газа, из которого состоит весь солнечный шар.

Невольно напрашивается вопрос, каким образом поддерживаются солнечные теплота и свет, ежесекундно разбрасываемые в огромных количествах в мировое пространство. Если бы Солнце состояло из одного громадного горящего куска каменного угля, то его хватило бы только на 6 тысяч лет, и Солнце, значит, давным-давно погасло бы.

Жизнь лучезарного светила поддерживается еще другими источниками энергии, которых мы еще не знаем со всей определенностью; тем не менее не подлежит сомнению, что Солнцу все-таки суждено погаснуть, и тогда последние следы жизни на Земле исчезнут бесследно. Наступление этого момента нужно ожидать, во всяком случае, не раньше, как через много миллиардов лет.

Таково то светило, без благодетельных лучей которого наше существование было бы невысказанным. От его светящейся, волнующейся поверхности, обуреваемой вечным ураганом, исходят волнообразные колебания, несущие свет, тепло и жизнь во все миры нашей планетной системы.

Таковы наши теперешние сведения о физическом устройстве Солнца; дальнейшим исследованиям в этой области, принадлежащим к числу самых интересных в научном отношении, предстоит решить еще много весьма любопытных и важных проблем, относящихся к природе гигантского светила.



Наше Солнце — это только звезда

Солнце, солнечная система и звезды. — Спектральный анализ  
и химический состав звезд.

Мы только что созерцали величие Солнца и видели, что Солнце есть родоначальник и властитель планетных миров и что жизнь нашей планеты находится в непосредственной зависимости от его благодатных лучей.

Но что такое представляет собой Солнце в бесконечной вселенной? Какое место занимает оно в мировом пространстве?

Оказывается, что огромный светильник, колоссальный шар, который в миллион раз больше по объему, чем Земля, и в 300 тысяч раз тяжелее ее, — это только маленькая светлая точка в беспредельной вселенной.

Наше Солнце не что иное, как звезда. Вот перед вами карта (рис. 70) уголка неба, на которой находится 4 061 звезда. Отыщите же в этой куче звезду, такую же, как наше Солнце. Оно будет находиться среди довольно ярких звезд, если вы удалитесь от него на сравнительно небольшое расстояние, и покажется еле заметной точкой и затем совершенно скроется с глаз, если вы все дальше и дальше будете углубляться в пучину безграничного пространства.

Каким же образом проверить это? Дело в том, что самую близкую к нам звезду мы видим почти в одинаковом положении, несмотря на громадное расстояние, пробегаемое нашей планетой вокруг Солнца; если при таком огромном перемещении не происходит никакого заметного изменения в положении предмета, необходимо допустить, что от этого предмета нас отделяет колоссальное расстояние.

В самом деле, ближайшая к нам звезда, альфа Центавра, как нам кажется, описывает на небе вследствие орбитального движения Земли ничтожный по величине эллипс; он меньше 2'' дуги, то есть меньше  $\frac{1}{900}$  части видимого диаметра Луны. Расстояние Земли от Солнца, видимое с этой звезды, составляет, на основании точных вычислений, 0'',75, то есть 149 $\frac{1}{2}$  миллионов километров видны оттуда под углом  $\frac{3}{4}$ '' . Отсюда следует, что эта звезда находится от нас на расстоянии, которое равняется 149 $\frac{1}{2}$  миллионам километров  $\times$  275 тысяч, то есть равняется 40 миллиардам километров.

И это — ближайшая к нам звезда; другие расположены значительно дальше.

Этим фактом, не подлежащим никакому сомнению, доказано, во-первых, что звезды нужно признавать самосветящимися телами; они так удалены от нас, что если бы они не имели собственного света, а отражали бы только

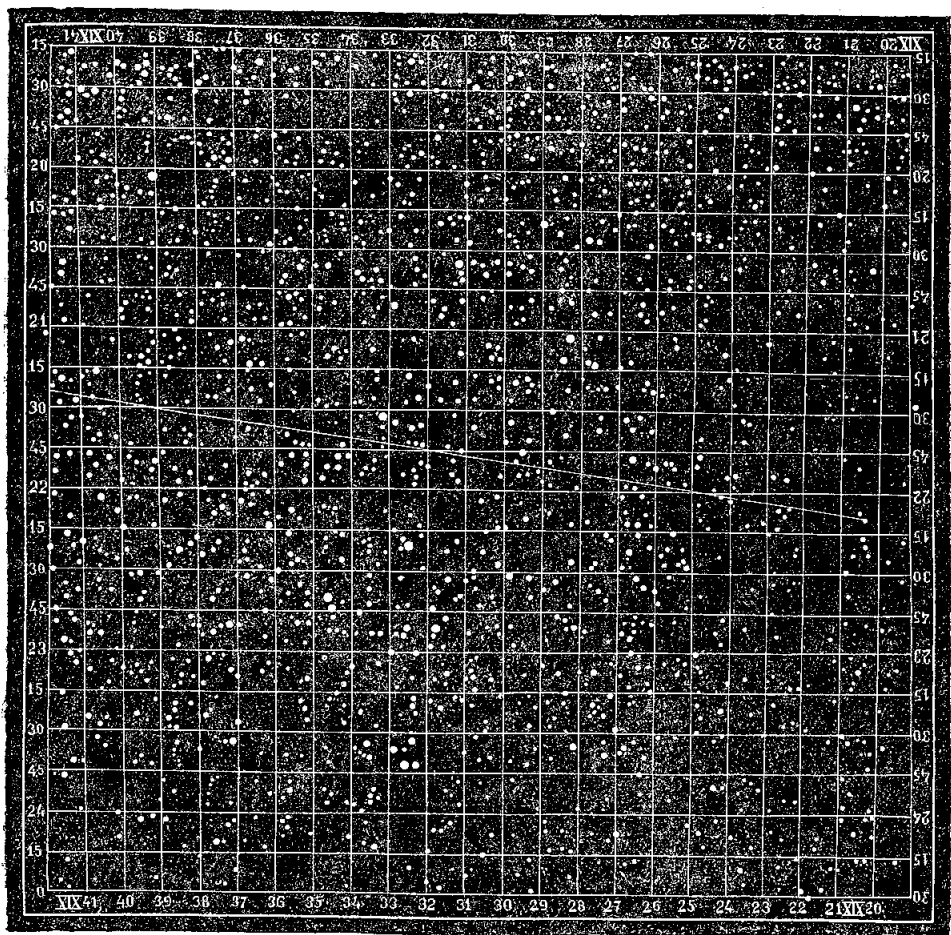


Рис. 70. Уголок неба, заключающий 4 061 звезду  
(с фотографической карты неба).

свет, который они получают от Солнца, то мы не могли бы их видеть; во-вторых, если бы Солнце находилось на подобном расстоянии от нас, то оно нам казалось бы обыкновенной звездой.

Чтобы наглядно иллюстрировать эти миллиарды километров, которые очень мало говорят нашему воображению, начертим маленький план. Расстояние, отделяющее нас от Солнца, обозначим прямой линией длиной в 1 метр; Солнце в этом случае мы должны будем представить в виде шарика, имеющего в диаметре 9 миллиметров, а Землю — в виде точки, имеющей в поперечнике 0,08 миллиметра. Границей нашей планетной республики будет орбита Нептуна; он должен отстоять на нашем плане на 30 метров от центрального пункта — Солнца, имея сам диаметр в 0,32 миллиметра. Где же тут поместить ближайшую к нам звезду? Чтобы найти для нее место, нужно удалиться на 275 километров, то есть нужно удалиться на расстояние, отделяющее Париж от Брюсселя.

Вот как относятся размеры солнечной системы к безграничным межзвездным пространствам.

Прибавим еще, что курьерский поезд, мчащийся безостановочно со скоростью 60 километров в час, доехал бы до ближайшей к нам звезды — альфы Центавра — через 73 миллиона лет.

Мы говорили уже, что Солнце должно рано или поздно погаснуть; жизнь на Земле прекратится, а огромный темный шар Солнца будет продолжать свой путь в пространстве, увлекая за собой мертвые, безмолвные планеты, которые будут кружиться вокруг него среди мрака вечной ночи. Возродятся ли когда-нибудь эти мертвые планеты к новой жизни или им суждено вечно вращаться в мировом пространстве наподобие космических скелетов?

Точного ответа на этот вопрос наука пока дать еще не может; поэтому мы должны ограничиться гипотезами, которые, однако, не должны выходить из рамок научного мышления.

Незыблемо установлен тот факт, что как материя, так и ее движение неупрочтожаемы. Просуществовав известное время в виде туманности, в виде планеты, Солнца или живого организма, вещество не остается в бездействии, а вступает в новый кругооборот. Иначе давно настал бы

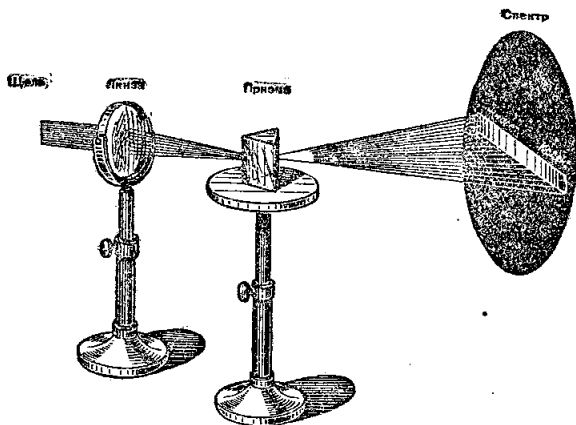


Рис. 71. Разложение белого цвета в спектр помощью призмы.



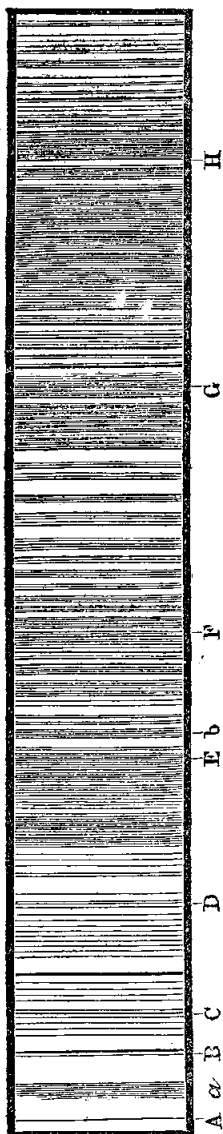


Рис. 72. Главные линии солнечного спектра.

конец мира: если бы светила умирали навсегда, если бы, раз погаснув, они через известный промежуток времени не зажигались вновь, то теперь не было бы звезд на небе. Почему? Да потому, что вселенная существует так давно, что мы можем сказать, что ее прошедшее — это вечность. Образование блестящих теперь на небе небесных тел нужно отнести к сравнительно недалекому времени. Старые светила давно погибли или погасли.

Каким же образом мертвые миры могут возродиться к новой жизни? Мы знаем, что Солнце вместе со всеми планетами, вращающимися вокруг него, несется с большой скоростью к созвездию Геркулеса. Далее, известно, что каждая звезда обладает собственным движением, благодаря которому она переносится через бездны пространства. Может случиться — и в этом нет ничего невероятного, — что два небесных тела столкнутся между собой на пути; страшный удар при столкновении разовьет такое огромное количество тепла, что оба тела мгновенно обратятся в раскаленный газ; таким путем будет образована новая громадная светлая туманность, которая даст начало новым мирам, новым светилам и планетам.

Кругооборот материи вечен, и поэтому жизнь также всеобща и вечна.

Расставаясь с Солнцем, мы считаем необходимым дать читателю некоторые общие сведения о спектральном анализе, который оказал большие услуги астрономии, дав возможность довольно точно определить природу веществ, входящих в состав многих небесных тел.

Пропустив сквозь стеклянную призму лучок солнечных лучей, мы получаем на экране так называемый солнечный спектр, то есть светлую полосу, окрашенную всеми цветами радуги. Эти цвета располагаются в следующем порядке: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый и красный.

Посредством призмы белый свет Солнца, таким образом, разлагается на свои основные семь цветов; смешав эти краски между собой, мы получаем снова впечатление белого цвета. Так, например, быстро вращая кружок, раскрашенный всеми цветами радуги, мы увидим серовато-белую поверхность вместо преж-

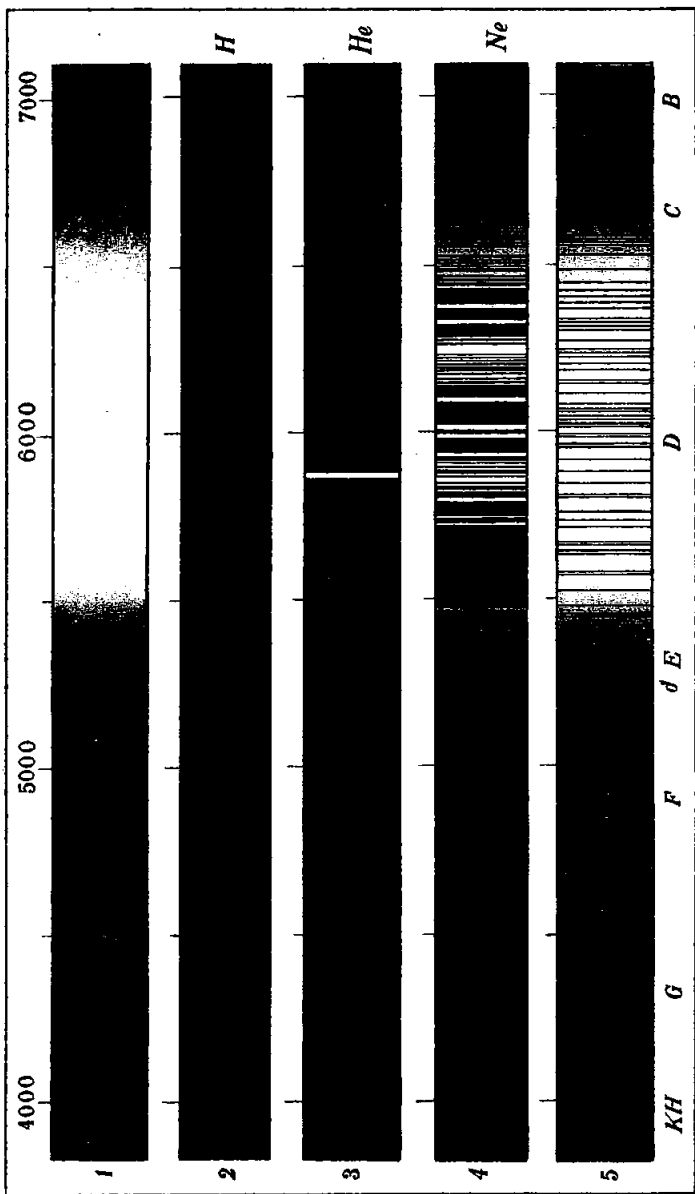


Таблица спектров.

ней цветной. (Сероватый оттенок происходит от того, что наши краски далеко не отличаются безупречной чистотой.)

Кроме главных цветных лучей, видимых нами, существуют еще невидимые лучи — ультрафиолетовые, или химические, и инфракрасные, или тепловые. Существование как тех, так и других доказывается специальными приборами.

Внимательно присматриваясь к солнечному спектру, мы видим, что он изборозжен темными линиями; эти линии называются фраунгоферовыми, по имени физика, впервые открывшего их. Восемь главных линий Фраунгофер обозначил первыми буквами латинской азбуки; они расположены так, как показано на рис. 72. Кроме этих главных линий, существует масса второстепенных, число их доходит до нескольких тысяч.

Искусственный свет — свет газовой горелки, электрического фонаря, расплавленного металла, — преломившись в призме, также дает цветной спектр, но этот спектр отличается от солнечного как числом, так и расположением цветных участков.

Для наблюдения спектров служит прибор, называющийся спектроскопом. Спектроскоп (рис. 73) состоит из трубы микроскопа и призмы. В пламя газовой горелки вносится то вещество, спектр которого мы желаем исследовать (например частички железа, магния, натрия, калия и пр.); вещество раскаляется на пламени горелки и посылает свои лучи по оси трубы, перед которой устроена узкая щель; по выходе из нее они последовательно преломляются в призме и входят в микроскоп, в который смотрит наблюдатель. Таким образом можно получить сильно преломленный и очень длинный спектр. Микроскоп служит для точного определения положения линий в спектре.

Внесем в пламя горелки на платиновой проволоке кусочек поташа; поташ быстро раскалится, и лучи его, преломленные призмой, дадут спектр, похожий на солнечный, но отличающийся от него тем, что по обоим концам его расположены две яркие красные линии. Эти линии характерны для калия, главной составной части поташа.

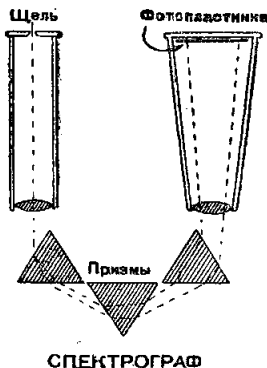


Рис. 73. Спектроскоп — прибор для рассматривания спектров, и спектрограф — прибор для фотографирования спектров.

Если вместо поташа возьмем соду или поваренную соль, то мы заметим, что красные линии предыдущего спектра заменятся одной, ярко-желтого цвета, которая находится как раз в том месте, где в желтой части солнечного спектра замечается темная линия *D*.

Всякое исследуемое вещество дает свой особенный спектр с своеобразным распределением линий (см. цветную таблицу).

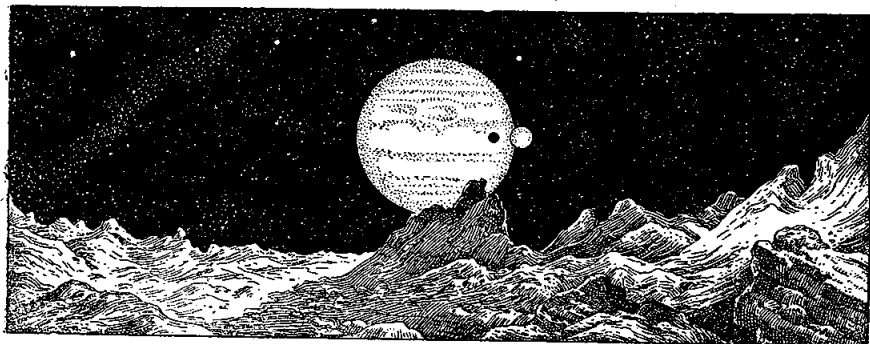
Весьма интересным оказывается то обстоятельство, что темные линии солнечного спектра в точности соответствуют известным светлым линиям, которые служат характерным признаком спектра различных веществ, встречающихся на Земле.

Это совпадение не случайно; оно основано на свойстве газов и паров поглощать те самые цветные лучи, которые они сами испускают. Спектр раскаленной поваренной соли, то есть раскаленного натрия, главной составной части ее, как мы заметили уже, характеризуется ярко-желтой линией *D*; если мы за горелкой, в пламени которой горит соль, поместим такой же, но более горячий источник света, который сам посылает в свой спектр блестящую желтую линию *D*, например, сильный друммондов свет (раскаленная известь), то светлая линия *D* из спектра соли исчезнет, заменившись темной.

Отсюда нужно сделать заключение, что на Солнце происходит то же самое, что мы воспроизвели искусственно, то есть темные линии солнечного спектра вызваны той же причиной. И действительно, светлые линии спектра многих элементов, например железа, натрия, калия и др., поразительно совпадают с темными линиями солнечного спектра. Таким образом, в раскаленной газовой атмосфере Солнца доказано присутствие водорода, железа, титана, кальция, марганца, хрома, кобальта, никеля, калия, натрия, бария, магния и др.

Отсюда само собой вытекает важное значение спектрального анализа: с его помощью мы можем узнать, какие вещества входят в состав самых удаленных от нас небесных светил.





Часть четвертая

## ПЛАНЕТНЫЙ МИР

---

### ГЛАВА I

Движения планет, кажущиеся и действительные.  
Различные системы мира

**П**ланета — греческое слово; оно значит — блуждающая звезда. Движение планет было замечено уже в глубокой древности; первые наблюдатели скоро научились отличать эти светила от звезд, которые, повидимому, остаются неподвижными относительно друг друга. Проследите за той или другой планетой, и вы увидите, что она движется по отношению к звездам к востоку, останавливается на неделю-другую, затем снова начинает перемещаться, но уже в противоположную сторону.

Присмотритесь к Венере, или так называемой вечерней звезде: появляясь по вечерам на западе, непосредственно после заката Солнца, она

постепенно начинает показываться все выше и выше над горизонтом, оставаясь на своем месте час, два, три, затем она снова опускается по направлению к горизонту и исчезает на некоторое время совершенно, чтобы опять появиться, но уже с противоположной стороны; она делается, таким образом, утренней звездой, загораясь на небе перед восходом Солнца.

Меркурий гораздо реже, чем Венера, выступает из солнечных лучей: едва мы успели разглядеть его в течение нескольких вечеров, как он опять возвращается к Солнцу. Наоборот, Сатурн, в действительности значительно дальше отстоящий от Солнца, чем вышеупомянутые планеты, виден на небе в продолжение многих месяцев, — так величественно и медленно совершает он свой дальний путь вокруг центрального светила.

Древние видели в движении планет что-то чудесное и сверхъестественное; они приписывали планетам известное влияние на судьбы мира. Жрецы называли их именами богов, которым поклонялись. Так, вечерняя звезда, сверкающая своими прекрасными белыми лучами, сделалась олицетворением греческой богини красоты и получила название Венеры; планета, с царственной величавостью медленно проходящая между созвездиями, получила название главного бога — Юпитера; Марс стал олицетворять собой войну благодаря кроваво-красному отблеску своих лучей; Сатурн, который движется медленнее, чем все прочие планеты, сделался символом времени и судьбы, а Меркурий, проворный и быстрый, то бегающий вслед за колесницей лучезарного бога Феба, то опережающий его, «докладывая» таким образом о приближении великолепного бога, естественно, казался божественным вестником.

Вселенная, по представлению древних мыслителей, состояла из девяти кругов, или сфер; по этим сферам движутся планеты (к которым причисляли и Солнце) вокруг Земли как центра и средоточия мира. Наружной, самой крайней сферой считалась твердая куполообразная оболочка неба, на которой неподвижно укреплены звезды.

Промежутки между сферами не одинаковы, но строго пропорциональны, следствием чего является торжественная музыка, или небесная гармония; обитатели Земли будто бы не могут слышать этих стройных мелодий, потому что уши их свыклись с ними: так люди, живущие вблизи водопада, перестают различать его шум.

За пределами семи планетных сфер находилась восьмая — сфера неподвижных звезд, — и, наконец, девятым и последним кругом считался Эмпирей, или жилище блаженных, то есть рай, по утверждению возникшей позднее христианской религии. Все это обширное здание, как полагали, было построено из горного хрусталя — вещества твердого и прозрачного.

Такова Птолемея система, которая в течение многих веков царила в умах людей. Что касается гармонии сфер, то в нее верил еще Кеплер. По его мнению, Сатурн и Юпитер были басы, Марс — тенор, Венера — контральто и Меркурий — сопрано.

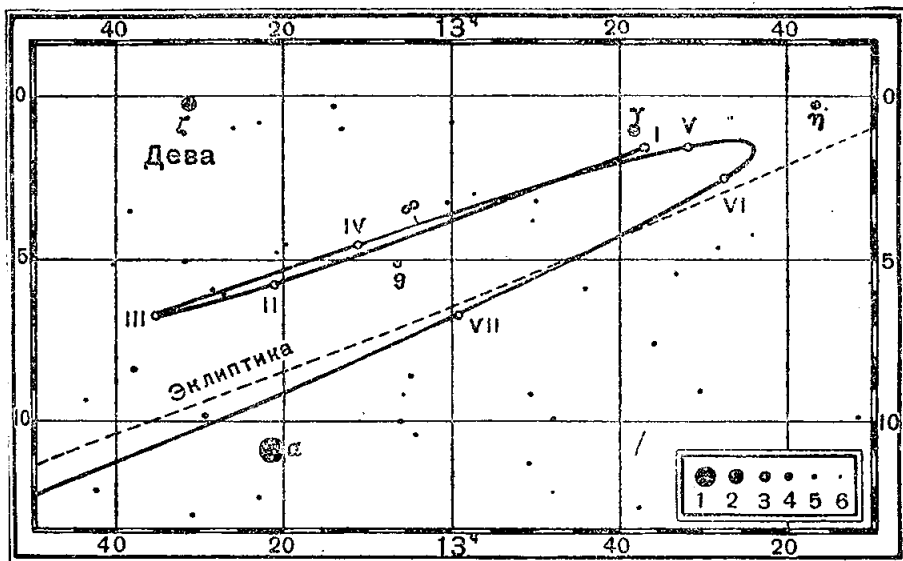


Рис. 74. Видимый путь планеты Марс среди созвездий в 1935 году.

Аристотель и Птолемей вместе с другими философами были того мнения, что все небесные тела обращаются около Земли по кругам, так как круг есть самая «совершенная» из геометрических фигур. Между тем на самом деле планеты вовсе не движутся вокруг Земли, а, наоборот, вместе с земным шаром кружатся около Солнца; кроме того, они вращаются вовсе не по кругам, а по эллипсам.

Нет ничего удивительного в том, что Птолемея система создавала массу затруднений астрономам; чтобы согласовать основные ее положения с тем, что они наблюдали, они принуждены были делать много добавочных предположений. Так, например, планеты, двигаясь по эллипсам, а не по кругам, оказываются в известных точках своего пути ближе к Солнцу, чем в других; с другой стороны, разные планеты, в том числе и Земля, делают полный оборот вокруг Солнца не в одинаковые промежутки времени; поэтому каждая из них может находиться то ближе к Земле, то дальше. Кроме того — и это главное, — вследствие взаимных перемещений Земли и планет в пространстве мы их видим постоянно перемещающимися среди созвездий то в одну сторону, то в обратную.

Чтобы объяснить эти явления, Птолемей и его последователи прибегли к следующему приему. Они утверждали, что планеты имеют центром своей орбиты не самую Землю, а точку, которая лежит далеко вне ее. Таким

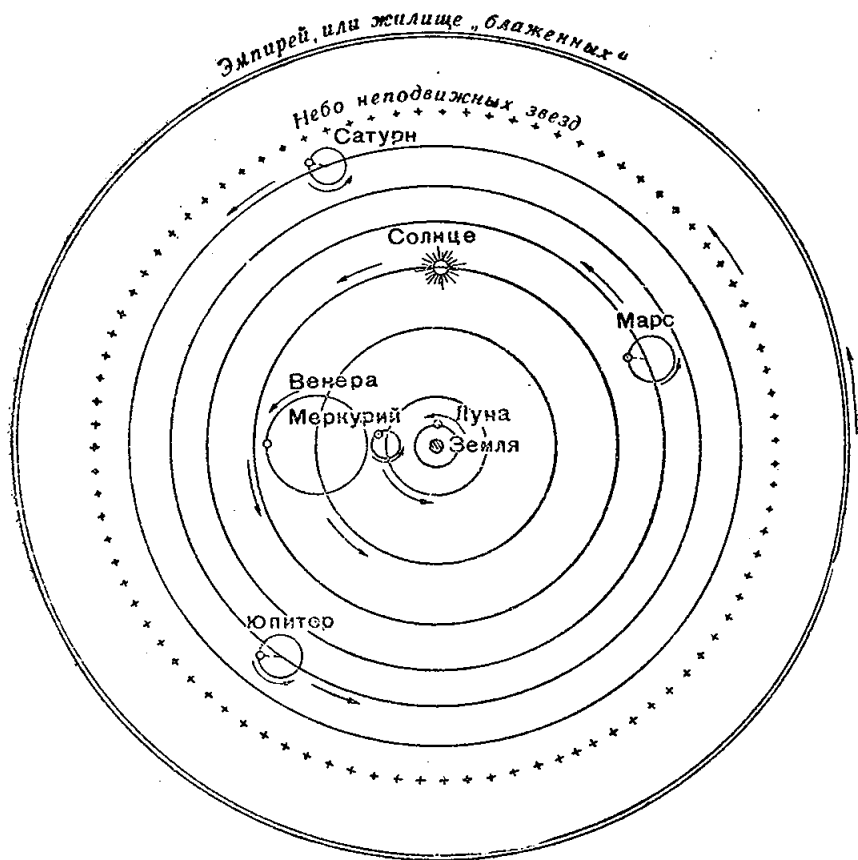


Рис. 75. Птолемеева система, преподававшаяся до XVII столетия.

образом, дело объясняется так: описывая круг около точки, лежащей сбоку от Земли и, в свою очередь, обращающейся вокруг нее по кругу, Марс, конечно, должен быть то ближе к Земле, то дальше и перемещаться то в одну, то в другую сторону.

Такого рода устройство получило название системы эпициклов.

Чем многочисленнее и точнее становились астрономические наблюдения, тем все больше и больше накоплялось в теории этих эпициклов, расположение которых изменяли, смотря по обстоятельствам. Каждый век прибавлял новый круг, новое колесо в мировой механизм, так что



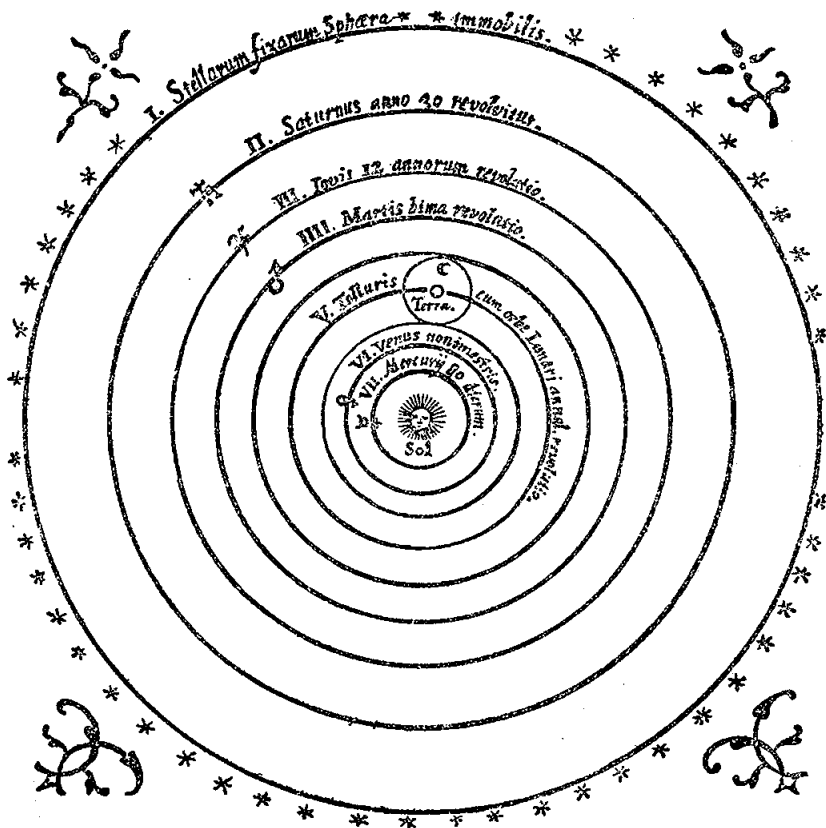


Рис. 76. Система Коперника. Рисунок из сочинения Коперника (1543 год).

в XVI столетии, во времена Коперника, система мира, разработанная на основе теории Птолемея, состояла уже из 79 кругов.

Эта система мира, утверждающая неподвижность земного шара, безраздельно царил в умах еще всего три века назад; во Франции при Людовике XIV и даже при Людовике XV, то есть, значит, в XVII и XVIII веках система эта еще преподавалась в школах благодаря усердию католических пасторов, которые никак не могли примириться с тем, что Земля не есть центр мироздания, допустить это — значило подорвать все основы христианской религии.

Коперник первый обосновал рядом многочисленных соображений теорию движения планетного мира вокруг Солнца: на основании своих упорных многолетних трудов он пришел к убеждению, что, приписав Земле двойное движение — вокруг самой себя в 24 часа и вокруг Солнца в  $365\frac{1}{4}$  дней, — мы получаем возможность легко и просто объяснить движения небесных светил, не прибегая к сложной системе хрустальных сфер.

Гипотеза о подвижности Земли высказывалась за много веков до Коперника различными философами: Плутархом, Филолаем, Гераклитом, пифагорейцем Экфантом. Ученый кардинал Николай Куза в XV веке считал эту гипотезу весьма вероятной, о чем свидетельствуют его сочинения.

Но Коперник посвятил всю свою жизнь выработке новой теории; он разрабатывал ее с терпением астронома, со строгостью математика, с беспристрастием мудреца и глубокомыслием философа.

Поэтому Коперник — бесспорно истинный творец признанной всеми системы мира; его имя остается связанным с нею навсегда.

Он сделался величайшим человеком своего времени благодаря своим гениальным способностям и необыкновенному трудолюбию. Его дядя, епископ, нередко выражал свое недоумение по поводу образа жизни своего ученого племянника, не понимая, зачем он тратит время на астрономию.

По этому поводу нам вспоминается леди Байрон: спустя неделю после своего замужества она удивлялась тому, что Байрон все пишет стихи, и спрашивала: «Когда все это кончится?»

Инквизиционный комитет католической церкви в своих заседаниях, происходивших под председательством папы в 1616 и 1633 годах, объявил систему Коперника еретической и предал проклятию все книги, доказывающие вращение Земли. В продолжение всего XVII и части XVIII века в Парижском университете — Сорбонне — профессора астрономии рассматривали систему Коперника как теорию удобную, но ложную.

В эпоху Людовика XIV в астрономических атласах Земля изображалась еще в центре мироздания, окруженная символическими фигурами греческих богов: Венерой, Меркурием, Марсом, Юпитером и Сатурном.

Но труды Галилея, Кеплера, Ньютона, Броддея, Даламбера, Лагранжа, Лапласа, Гершеля, Леверье и других великих умов, блестящим образом подтвердив открытие Коперника, дали новейшей астрономии незыблемое основание, на котором она начала развиваться и делать все новые и новые завоевания.

Заблуждениям, обману чувств наступил конец, — истина, наконец, открылась перед настойчивостью научного исследования.

Оканчивая этим историю видимых движений планет, перейдем теперь к описанию отдельных членов великой солнечной семьи.



Меркурий

Меркурий — планета ближайшая к Солнцу, от которого она отстоит на расстоянии 58 миллионов километров. Предположение, высказанное знаменитым Лаверье о существовании планеты, находящейся между Меркурием и Солнцем, на деле не оправдалось. Некоторыми наблюдателями были, правда, сделаны сообщения, будто они видели движение темного круглого пятна по диску Солнца (Лескарбо, Свифт и др.), но эти наблюдения оказались после проверки неверно истолкованными: наблюдатели видели обыкновенные солнечные пятна, которые часто движутся, хотя и медленно, по поверхности Солнца.

Меркурий — самая проворная из всех планет: она так быстро летит по своей орбите, что в одну секунду делает около 48 километров и весь свой путь пробегает в 88 дней. Сверх того, Меркурий вращается вокруг своей оси, но только очень медленно, потому что делает полный оборот около оси в то же время, как и около Солнца, то есть в 88 дней.

Орбита Меркурия — очень растянутый эллипс.

В своем перигелии планета отстоит от Солнца на 45 930 тысяч километров, а в афелии — на 69 770 тысяч километров.

Таким образом, расстояние Меркурия от Земли меняется значительно. Когда эта планета находится между Солнцем и Землей, то это положение называют нижним соединением ее, противоположное же положение — по ту сторону Солнца — называется верхним соединением.

Меркурий виден с Земли только в периоды своего наибольшего кажущегося удаления от Солнца. Тогда его можно рассмотреть ве-

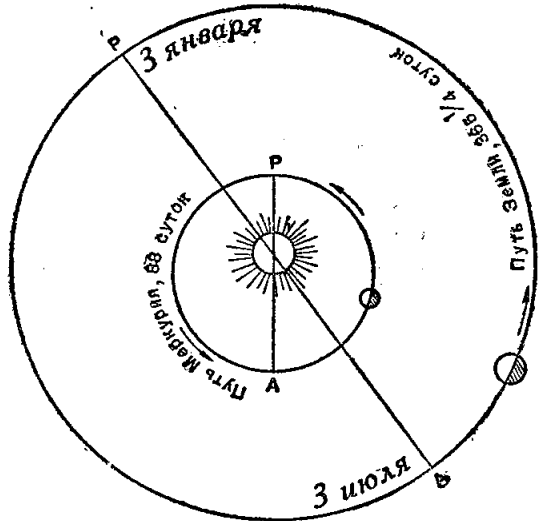


Рис. 77. Путь Меркурия вокруг Солнца.

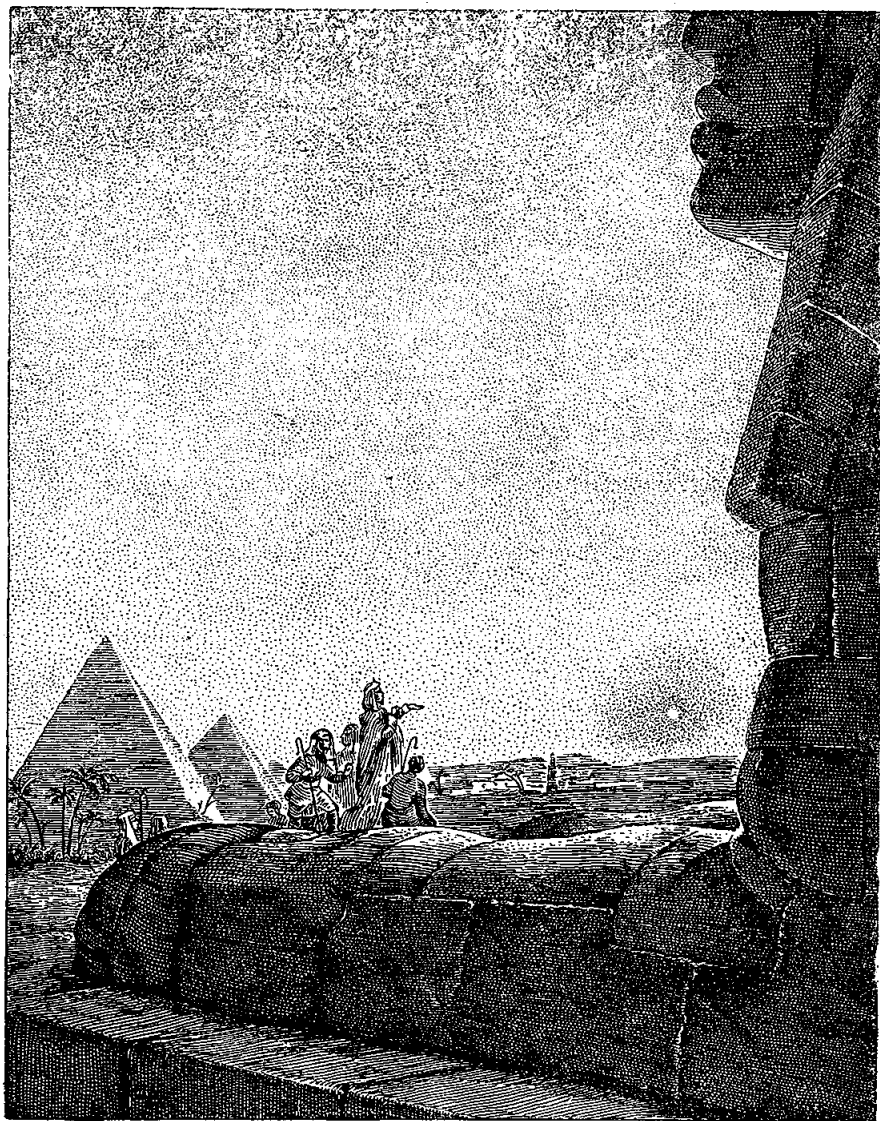


Рис. 78. Меркурий был открыт в лучах вечерней зари пастушескими племенами древнего Египта.

чером, спустя полчаса после заката Солнца, — он блестит, как звезда первой величины. С каждым днем он появляется все выше и выше над горизонтом, но при этом он не может удалиться от Солнца больше чем на  $28^\circ$  и не может остаться на небе более двух часов после солнечного заката.

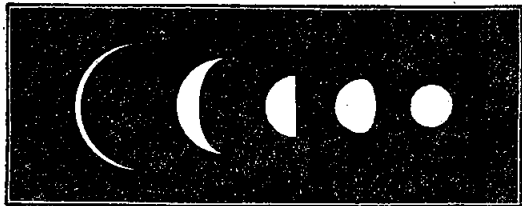


Рис. 79. Фазы Меркурия перед нижним его соединением.

Копернику в течение всей его жизни не удалось ни разу видеть Меркурия в тех местностях Польши, где он жил; во Франции эту планету можно наблюдать почти ежедневно. Она хорошо видна в южных областях Советского Союза. Благодаря своему быстрому движению вокруг Солнца Меркурий как будто играет в прятки с нами. То он показывается вечером, сверкая в лучах вечерней зари, то скрывается под горизонтом, то снова появляется, но с противоположной стороны, становясь, таким образом, то вечерней, то утренней звездой.

Между появлением этой планеты на западе и появлением ее на востоке проходит промежуток времени в 106—130 дней.

Древние полагали, что существуют два разных светила; египтяне называли их Сет и Горус, индусы — Будда и Рогиня, а греки — Аполлон и Гермес.

Честь открытия Меркурия, несомненно, принадлежит какому-нибудь из древних пастушеских племен Египта.

Планета Меркурий — темный и непрозрачный шар, отражающий тот свет, который он получает от Солнца. Двигаясь между Солнцем и Землей, Меркурий изменяет каждый раз свое положение по отношению к нам, так же как и Луна, и поэтому показывается нам в различных фазах. Эти фазы, которые могут быть видимы только в телескоп, очень напоминают лунные; невооруженный глаз не в состоянии их рассмотреть. Это обстоятельство и приводилось противниками Коперника в качестве довода, опровергающего его теорию: они говорили, что если Меркурий и Венера вращаются около Солнца, проходя между ним и Землей, то они должны иметь такие же фазы, как и Луна.

Таким образом, изобретение зрительных труб в XVII веке, в которые удалось увидеть фазы Меркурия и Венеры, ознаменовало собой полное торжество новой системы, опровергнув последнее возражение ее противников.

Иногда происходит довольно любопытное явление.

Случается, что, проходя между Землей и Солнцем, Меркурий становится с нами на одной прямой линии по отношению к Солнцу; тогда он бывает обращен к нам своим темным полушарием, и мы видим небольшой черный кружок, скользящий по солнечному диску. Явление это напоминает

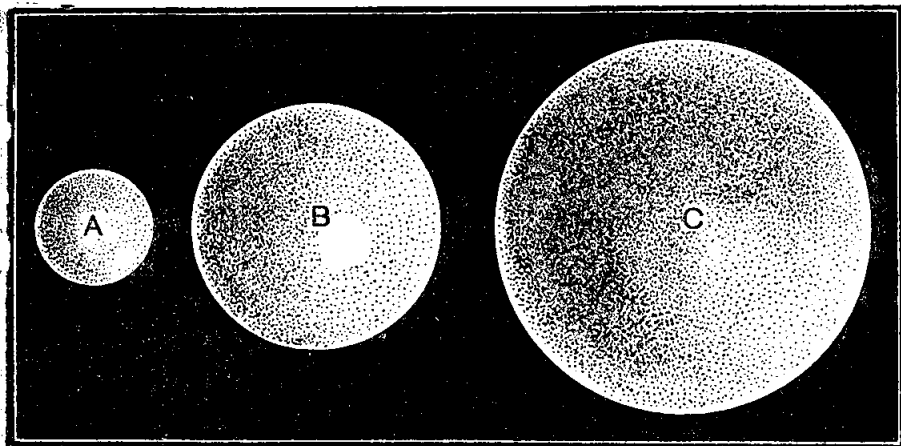


Рис. 80. Солнце, видимое с Меркурия.

нам затмение Солнца, которое закрывается Луной; но так как Меркурий весьма удален от нас и слишком мал, для того чтобы заслонить собой все Солнце, то все сводится только к тому, что на солнечном диске появляется маленький черный кружок, проходящий с одного края его к другому.

Такое явление называется прохождением Меркурия по диску Солнца. Оно наблюдалось в последний раз 11 мая 1937 года и повторится снова в ноябре 1940 года.

Подобные явления более редки, чем полные солнечные затмения. Гораздо чаще случается, что Меркурий при своих оборотах не пересекает прямой линии, соединяющей Солнце и Землю, а прокладывает себе путь то несколько выше ее, то несколько ниже, и тогда прохождения не бывает.

Раньше думали, что Меркурий, так же как и Земля, обращается вокруг своей оси в 24 часа; но многочисленные точные исследования, произведенные известным итальянским ученым Скиапарелли, показали, что время обращения Меркурия около собственной оси равняется периоду его оборота вокруг Солнца, то есть 88 суткам. Таким образом, Меркурий всегда обращен к Солнцу одной стороной, как Луна по отношению к Земле. Одно полушарие Меркурия поэтому всегда освещено, тогда как другое погружено во мрак. Вечный день на одной стороне и вечная ночь на другой!

Вот удивительный мир, не знающий ни дней, ни часов, ни месяцев!

Год на Меркурии, то есть время его полного обращения вокруг Солнца, составляет, по нашему счету, 88 дней, или почти 3 месяца. Ось Меркурия

наклонена, как и земная ось, но только еще больше. Благодаря наклону земной оси у нас устанавливаются, как известно, различные времена года; отсюда нужно сделать заключение, что на Меркурии также существуют разные климаты и различные времена года; но эти последние гораздо резче отличаются друг от друга, чем у нас, и продолжительность их гораздо меньше: каждое время года длится всего 22 дня.

Путь, пробегаемый Меркурием, как мы уже заметили, представляет собой очень удлинённый эллипс, поэтому в перигелии планета ближе к Солнцу почти на 24 миллиона километров, чем в афелии. Такая разница при 58 миллионах километров среднего расстояния очень велика, она проявляется в том, что для жителей Меркурия при наибольшем приближении к Солнцу диаметр его диска представляется в 3,2 раза большим, чем у нас, а во время наибольшего удаления — в 2,1 раза!

Наглядной иллюстрацией этого явления служит рис. 80.

Как самая близкая к Солнцу планета, Меркурий получает от него огромное количество ослепительно яркого света и тепла. Теплоты Меркурий получает в семь раз больше, чем Земля. Можно себе поэтому представить, какая там должна быть жара!

К тому же на Меркурии нет атмосферы, и в этом отношении он похож на Луну. Вспомните, что нам приходилось о ней говорить в связи с этим. Крайне сомнительно, есть ли обитатели на Меркурии. Живые существа, населяющие эту страну ужасного зноя, должны были бы обладать совершенно другой физической организацией, чем мы, чтобы жить при таких условиях, при которых у нас на Земле погибает все живое.



Венера

Венера, бесспорно, является одним из прекраснейших светил нашего неба. С давних пор ей дали название вечерней звездочки, и древние, очарованные ее великолепным блеском, дали ей имя богини красоты.

Свет Венеры в ее наибольшем блеске так силен, что при нем предметы могут бросать тень; иногда лучи ее пробивают себе дорогу даже сквозь синеву неба, так что планету можно видеть в то время, когда Солнце находится еще над горизонтом.

Тем не менее яркий свет этой планеты представляет собой только отражение солнечных лучей, доказательством чего служит то, что Венера имеет такие же фазы, как и Меркурий.

Вообще все, что мы сказали о движениях Меркурия, относится также и к движению Венеры, с той только разницей, что здесь все совершается в более крупных размерах.

Так, Венера обращается вокруг Солнца в 225 дней; она может видимым образом отходить гораздо дальше от Солнца, чем Меркурий, именно она может отклоняться от лучезарного светила на  $48^\circ$  и может оставаться видимой на небе после захода Солнца или до его восхода более четырех часов. Венера, как и Меркурий, может быть то вечерней, то утренней звездой. Поэтому в течение многих веков Венеру принимали за два разных

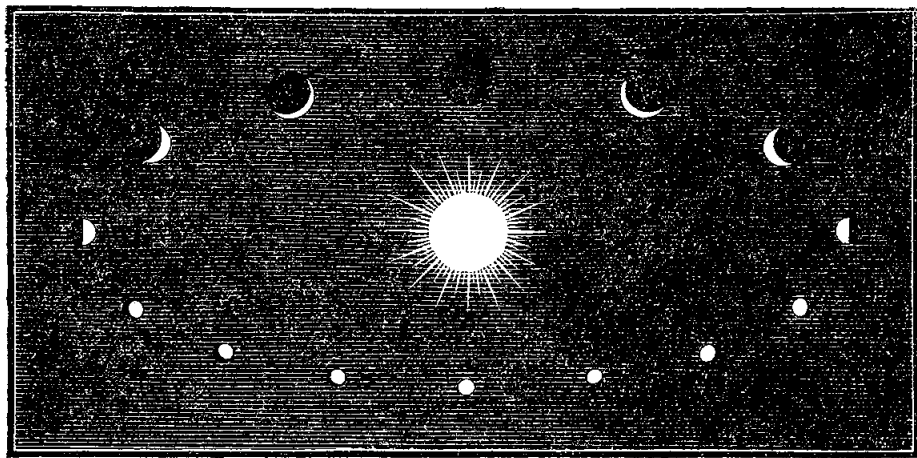


Рис. 81. Порядок фаз Венеры.



светила: то, которое появлялось по вечерам после заката Солнца, называлось Веспером, а то, которое загоралось на небе до восхода Солнца, получило название Люцифера, то есть предшественника света.

Блестящая Венера, вероятно, была первой планетой, замеченной древними; она бросается в глаза как своим ослепительным блеском, так и быстротой своего движения по небосклону.

Венера — одно из самых древних и общераспространенных божеств. Оно играло в старину большую роль при свадебных обрядах: невесты с нетерпением ждали появления прекрасной звезды, покровительницы сердечных влечений.

Лучше всего Венера бывает видна тогда, когда она больше всего удалена от Солнца.

Фазы Венеры меняются, смотря по тому, какое положение около Солнца занимает планета по отношению к Земле. Наблюдение фаз Венеры представляет большой интерес в особенности для тех, кто только приступает к изучению астрономии. Разглядеть их можно с помощью зрительной трубы средней силы. Кто в первый раз наблюдает это явление, тот никак не может отделаться от мысли, что он видит фазы Луны, — до того поразительно схожи фазы обеих планет, рассматриваемых в телескоп.

Мне самому иногда с большим трудом удавалось убедить некоторых лиц, что перед их глазами находилась Венера, а не Луна; только полное отсутствие Луны на небе в конце концов доказывало очевидным образом, что видимое в телескопе светило никак не может быть нашим спутником.

Лучше всего наблюдать Венеру днем, потому что ночью нельзя отчетливо видеть очертания ее фаз вследствие так называемой иррадиации, производимой ярким светом блестящей планеты. Явление иррадиации состоит в том, что яркие предметы кажутся больше, чем они есть в действительности.

Пробегая свою орбиту, Венера то приближается к нам, то удаляется от нас и в зависимости от этого кажется нам то больше, то меньше. Когда она находится по ту сторону от Солнца или в верхнем соединении, то мы видим ее в форме полного кружка, но в этот момент планета больше всего удалена от нас, поэтому кружок кажется нам очень маленьким; наоборот,

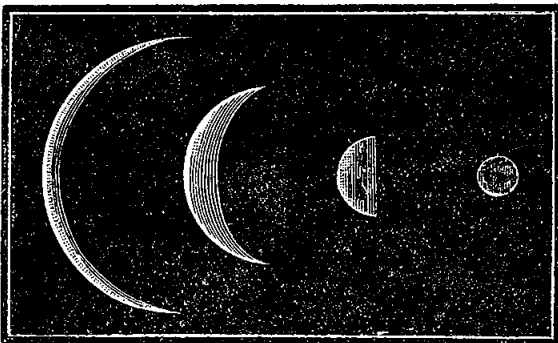


Рис. 32. Сравнительная величина Венеры в ее четырех главных фазах.

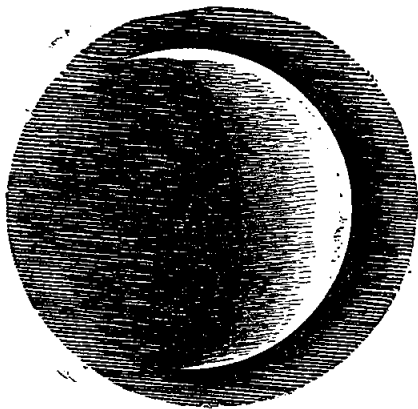


Рис. 83. Удлинение рогов серпа Венеры благодаря преломлению света в ее атмосфере.

залось ему не совсем надежным, — Галилей не был уверен в истинности того, что он видел; но, чтобы не быть предупрежденным в этом открытии каким-нибудь другим наблюдателем, знаменитый астроном на всякий случай записал свое наблюдение в виде шифрованной фразы, так называемой анаграммы.

В переводе на русский язык эта латинская фраза означала следующее: «Эти незрелые вещи разбираются уже мной, но тщетно».

Кроме того, в конце фразы оставались еще две лишние буквы, которые Галилей не сумел использовать в своей фразе.

Расположив буквы этой латинской фразы в другом порядке, мы получаем следующее изречение (в переводе его на русский язык): «Мать любви подражает видам Цинтии». Цинтия — это одно из древних названий Луны, а мать любви — это Венера.

Галилей отличался известной хитростью. 5 ноября 1610 года папер Кастелли спросил его, не имеют ли фаз Венера и Меркурий. Флорентийский астроном отвечал на это, что он далеко не изучил еще всего, касающегося неба, и что по причине нездоровья он считает для себя более полезным пребывание в постели, чем на воздухе. Только 30 декабря он опубликовал свое открытие, окончательно убедившись в его реальности.

Венера обращается вокруг Солнца по орбите, имеющей вид почти правильного круга; эксцентриситет ее ничтожен — он равняется 0,0068. Полный оборот около Солнца совершается Венерой в 224,7 наших суток. Наши 100 лет составляют на Венере 162 года, а на Меркурии — 415 лет. На этих планетах годы бегут еще скорее, чем у нас.

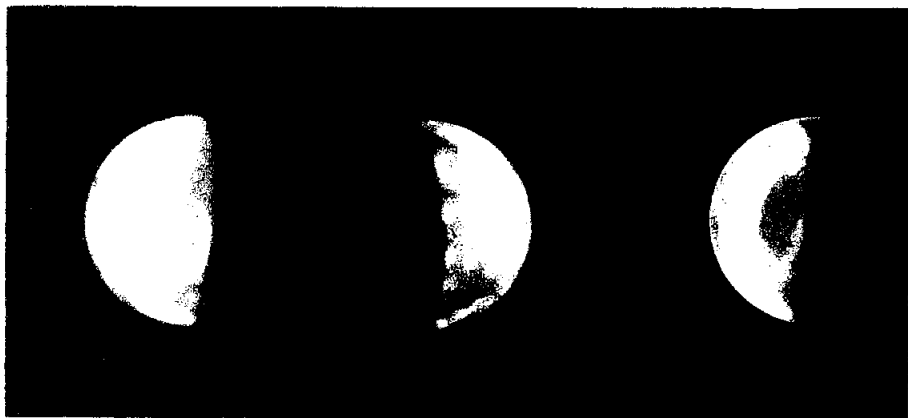
когда она ближе всего к Земле, она представляется нам в виде полумесяца или же тонкого серпа.

Когда Венера проходит между Землей и Солнцем, пересекая прямую линию, соединяющую их, она имеет вид маленького черного кружка, скользящего по поверхности солнечного диска от одного края к другому. Это и есть прохождение Венеры, вполне сходное с прохождением Меркурия. Последние прохождения Венеры наблюдались в 1874 и 1882 годах.

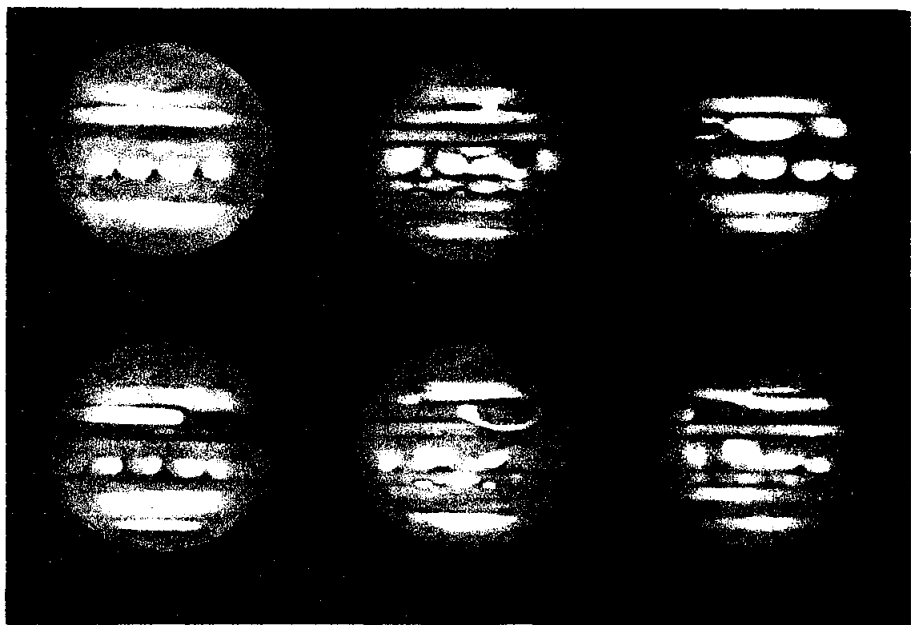
Ближайшее будущее прохождение планеты произойдет только в 2004 году.

Фазы Венеры были открыты Галилеем в сентябре 1610 года. Но первое сделанное им наблюдение показалось ему не совсем надежным,

ТАБЛИЦА V



Вид Венеры в телескоп.



Изменения, наблюдаемые на поверхности Юпитера.

Мильтон в своем «Потерянном рае» говорит, что наклонение земной оси явилось последствием «грехопадения первых людей»; это наклонение было, по его мнению, произведено ангелами, посланными разгневанным божеством, чтобы «наказать наших прародителей за непослушание».

Так как наказание по справедливости должно соразмеряться с проступком, то, с точки зрения Мильтона и Библии, надо было бы полагать, что на Венере «первый мужчина» и «первая женщина» совершили еще более «тяжкий грех», чем на Земле, потому что ось этой планеты почти вдвое более наклонена, чем ось Земли. Следствием этого является довольно странное, на наш взгляд, распределение климатических поясов: так, например, жаркий пояс простирается здесь вплоть до полярных стран, и, наоборот, полярные страны соприкасаются непосредственно с тропическими, вторгаясь даже в пределы этих последних. Таким образом, умеренных широт на Венере вовсе не существует, а все широты попеременно делаются то полярными, то тропическими.

Можно себе представить, как велик должен быть контраст между полярным зимним холодом и палющим зноем лета, принимая во внимание, что Солнце на Венере кажется вдвое больше, а поэтому и вдвое горячее нашего<sup>1</sup>.

Эта соседняя с нами планета имеет почти такие же размеры, как и наш земной шар: диаметр Венеры относится к диаметру Земли, как 97 : 100, то есть равняется 12 400 километрам. Таким образом, Венера и Земля — родные сестры-близнецы, похожие друг на друга.

Это сходство усиливается тем обстоятельством, что Венера, так же как и Земля, окружена атмосферой; доказательством этому служат: 1) полутень, замечаемая на вогнутой части серпа Венеры; 2) удлинение рогов серпа; 3) внешний полукруг какой-нибудь фазы всегда бывает значительно светлее внутреннего.

Вычислено, что атмосфера Венеры преломляет свет почти вдвое силь-

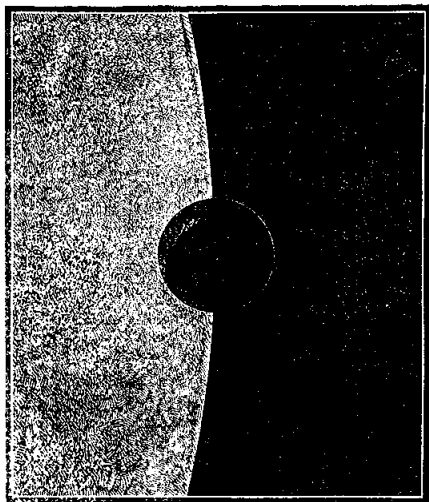


Рис. 84. Атмосфера Венеры, освещенная Солнцем, в момент вступления планеты на солнечный диск.

<sup>1</sup> Наклон оси планеты Венеры точно не установлен, и потому даваемое автором описание климатических условий на этой планете надо рассматривать как условное. — *Прим. ред.*

нее, чем наша; поэтому она почти вдвое плотнее, чем газовая оболочка, окружающая нашу планету.

Возможно, что воздух и вода существуют на поверхности Венеры, так же как на поверхности Земли.

Как климатические, так и метеорологические условия на Венере кажутся нам довольно непривлекательными для жизни; но отсюда не следует, что там не могут существовать жители, превосходно приспособившиеся к ее климату и атмосфере.

Мы не будем вдаваться в рассуждения вместе с «добрым патером» Кирхером относительно того, «годна ли вода этой планеты для крещения младенцев», а вино — для употребления за обеднями; мы не будем разбирать вопрос, как это делает Гюйгенс, имеют ли музыкальные инструменты Венеры сходство с нашими арфами и флейтами, или вместе с Сведенборгом доказывать, что молодые девушки расхаживают там в костюме Евы, и т. д. На основании проверенных астрономических наблюдений мы можем сделать только следующие выводы: 1) Венера мало чем отличается от земного шара своим размером, объемом и плотностью; 2) Венера ближе к Солнцу, имеет более обширную и более плотную атмосферу, отличается более резкими переменами климата и времен года и более короткими годами, чем наша планета. На основании этого можно допустить, что Венера может иметь свой растительный и животный мир и быть населенной человекообразными существами.

Земля и Луна видны с Венеры в виде блестящей двойной голубоватой звезды; Меркурий светит там несколько слабее, а Марс, Юпитер и Сатурн видны там почти так же, как у нас, только свет их кажется немного тусклее. Созвездия же всего неба имеют там тот же вид, как на Земле.

Такова вторая планета солнечной системы. Третью мы знаем — это наш земной шар со своим спутником, Луной; четвертую планету представляет собой Марс, и к описанию его мы сейчас перейдем.



Планета Марс — Земля в миниатюре

Планету Марс легко отличить на небосклоне по красноватому отблеску ее лучей. Марсу на всех древних языках придается эпитет «красный, палиций», и поэтому он издавна сделался олицетворением грозного бога войны; народы верили, что эта яркая пылающая звезда имеет какое-то таинственное влияние на судьбы воюющих сторон и решает исход сражений.

Марс дальше, чем мы, отстоит от Солнца; он удален от дневного светила в среднем на расстояние 228 миллионов километров и пробегает свою эллиптическую орбиту в 1 год 322 дня. В перигелии Марс на 42 миллиона километров ближе к Солнцу, чем в афелии, что, естественно, должно сильно влиять на температуру планеты, независимо от времен года на ней и наклона ее оси вращения.

Результатом сочетания движения Марса с движением Земли является то обстоятельство, что планета эта проходит против Солнца позади нас

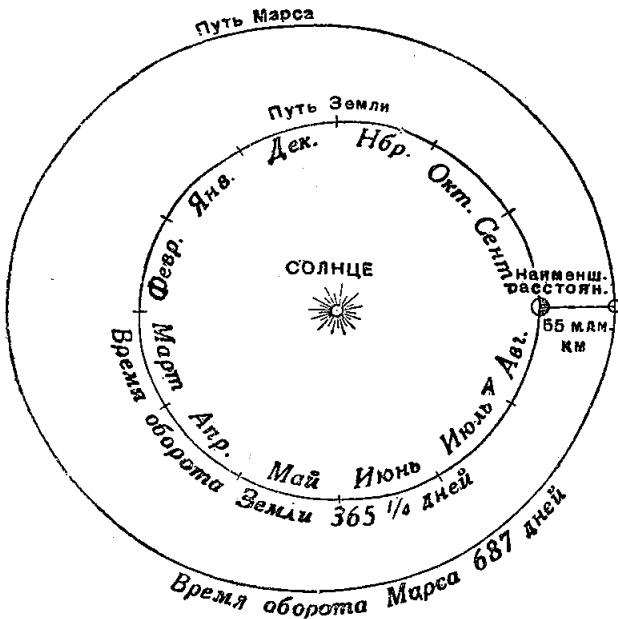


Рис. 85. Орбиты Марса и Земли.

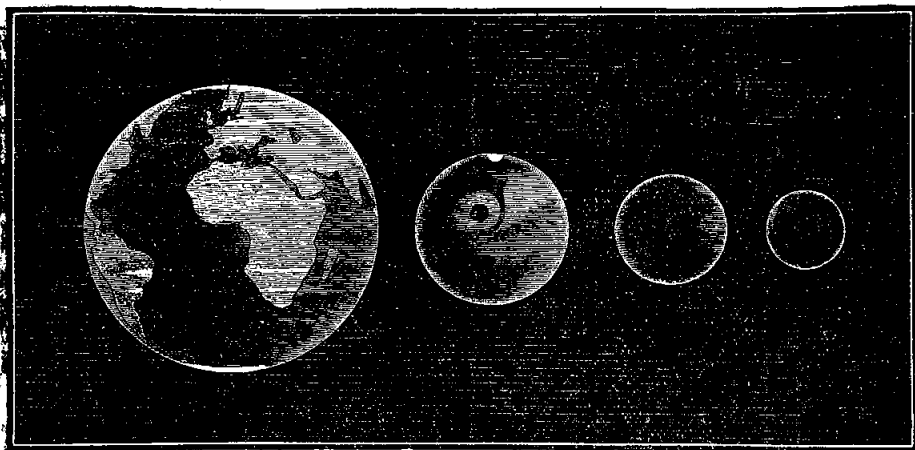


Рис. 86. Сравнительная величина Земли, Марса, Меркурия и Луны.

почти через каждые 2 года, точнее, через каждые 26 месяцев, пересекает меридиан в полночь; в течение того месяца, когда это происходит, да еще 3 месяцев, следующих за ним, Марс принимает такое положение, которое больше всего благоприятствует наблюдениям: он сверкает тогда, как звезда первой величины, соперничая в яркости с Веперой и Юпитером.

Марс также имеет фазы, но они никогда не достигают такой величины, как у Меркурия и Венеры, и понятно почему, — ведь Марс находится на значительно большем расстоянии от Солнца, чем Земля. Фазы Марса очень похожи на фазы Луны, видимой за 3 дня до или через 3 дня после полнолуния.

Что касается вращения Марса вокруг оси, то многочисленными наблюдениями, произведенными астрономами в различные эпохи, точно установлено, что эта планета совершает полный оборот вокруг себя в 24 час. 37 мин. 22,58 сек.

Таким образом, сутки на Марсе больше наших на полчаса с лишним. Хотя Марс и значительно дальше отстоит от Солнца, чем Земля, но продолжительность суточного вращения на обеих планетах почти одинакова. Такие огромные планеты, как Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, совершают свое суточное вращение в меньший промежуток времени, почти в 10 часов.

Диаметр Марса виден с Солнца под углом  $9''{,}33$ ; диаметр Земли, как мы знаем, виден оттуда под углом в  $17''{,}60$ ; следовательно, поперечник Марса почти вдвое меньше, чем поперечник Земли; он равняется 6 770 километрам. Вся поверхность Марса составляет только 0,27 поверхности Земли, объем же его —  $\frac{8}{20}$  объема нашей планеты. Таким образом, Марс по объему все-таки в  $7\frac{1}{2}$  раз больше Луны и в 3 раза больше Меркурия. На

рис. 86 изображены последовательно сравнительные размеры Земли, Марса, Меркурия и Луны.

Что касается веса Марса, то вычислено, что эта планета в 3 миллиона раз легче Солнца и в 9 раз легче Земли. Средняя плотность веществ, входящих в состав Марса, составляет 0,72, или почти  $\frac{3}{4}$ , плотности земного шара, а сила тяжести почти в 3 раза меньше, чем на Земле, то есть предметы втрое легче на Марсе, чем на Земле. Так, предмет весом в 100 килограммов, перенесенный на Марс, будет там весить всего 38 килограммов.

Полный оборот вокруг Солнца Марс делает, как мы уже знаем, в 687 земных дней; но год имеет там несколько меньше дней, именно 668, так как сутки на Марсе превышают наши больше чем на полчаса.

Ось Марса несколько более наклонна к эклиптике, чем земная ось, именно на  $1^{\circ}43'$ , но эта разница так незначительна, что времена года на Марсе весьма сходны с нашими в смысле температурных отличий, хотя и делятся вдвое дольше, чем у нас. Продолжительность различных времен года распределяется на северном полушарии обеих планет следующим образом:

На Земле		На Марсе	
Весна . . . . .	93 дня	Весна . . . . .	191 день
Лето . . . . .	93 »	Лето . . . . .	181 »
Осень . . . . .	90 дней	Осень . . . . .	149 дней
Зима . . . . .	89 »	Зима . . . . .	147 »
<hr/>		<hr/>	
Всего . . . 365 дней		Всего . . . 668 дней	

Мы видим, таким образом, что времена года на Марсе продолжаютсЯ дольше и более неравны по своей продолжительности, чем наши.

Зато климатические пояса на Марсе вполне соответствуют земным. Так, жаркий пояс расположен по обе стороны экватора до  $25^{\circ}$  широты, умеренный — до  $65^{\circ}$  широты, отсюда начинается холодный, который охватывает полярные страны обоих полюсов.

Область полярных льдов Марса видна в телескоп очень отчетливо; она представляется в виде большого пятна белого цвета. В настоящее время мы настолько познакомились с топографией Марса, что можем с большой уверенностью чертить карты этой планеты; указать, где расположены населенные местности, мы, конечно, еще не в состоянии, но рано или поздно, вероятно, и это удастся достигнуть с помощью более усовершенствованных телескопов. Скептики, разумеется, могут иронически отнестись к тому, что в трубу удастся когда-нибудь рассмотреть главные города на соседней планете, но ведь известно, что скептики осмеивали и Коперника и Галилея и подтрунивали над Фультоном. Кто верит в непрерывный прогресс изобретательности человеческого ума, тот может надеяться, что подобные результаты будут в свое время достигнуты, что в этом нет ничего чудесного или сверхъестественного и что тут требуется только преодолеть



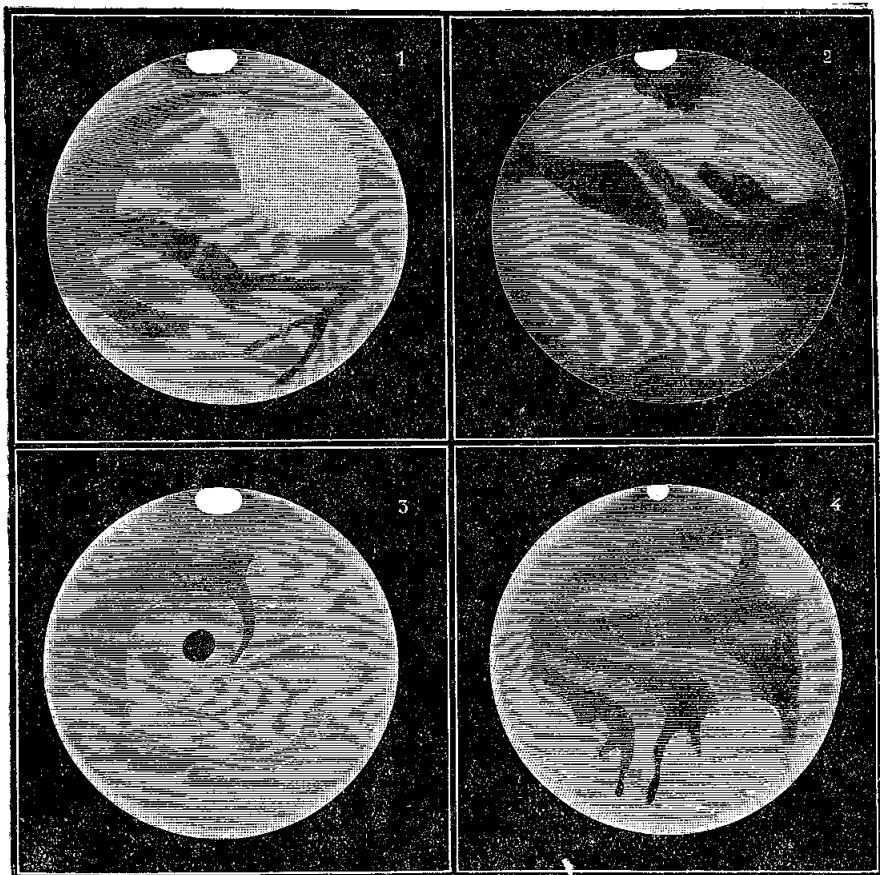


Рис. 87. Вид Марса в телескоп, с белыми пятнами снегов на его полюсе.

известные технические трудности по приготовлению надлежащих оптических стекол.

Мы прилагаем здесь карту Марса, она составлена на основании многочисленных наблюдений, производившихся в разное время. При рассмотрении этой карты нужно иметь в виду, что север расположен внизу, а юг — наверху, — особенность всех астрономических изображений, которые, как известно, получаются в поле трубы в обратном виде.

Существуют ли в действительности океаны и моря, которые обозначены на карте Марса? Мы знаем ведь, что темные пятна, видимые на Луне, тоже принимались когда-то за моря, между тем доказано, что на Луне не только никаких морей, но даже облаков не бывает.

Это правда, но дело в том, что на Луне почти нет атмосферы, а на Марсе она существует. Прежде всего в этом нас убеждает то обстоятельство, что диск Марса светится слабее по краям, чем в середине; эту разницу в освещении нужно приписать только поглощательной способности атмосферы, слой которой по краям толще, а потому и поглощает значительно больше света, чем в центральных частях планеты. Далее, на полюсах Марса, как известно, расположены белые пятна, которые регулярно уменьшаются летом и увеличиваются зимой. Отсюда непосредственно видно, что белые пятна на Марсе — это область вечных полярных льдов и снегов.

Наконец, в пользу существования атмосферы на Марсе говорят результаты спектрального анализа: в спектре Марса замечаются линии поглощения, свойственные только атмосфере, содержащей водяные пары. Часть черноты этих линий приходится на долю нашей атмосферы, через которую лучи Марса должны пройти, прежде чем попасть в спектроскоп, но часть их черноты принадлежит воздушной оболочке Марса. Чтобы не оставалось никаких сомнений на этот счет, были сделаны такие опыты: одновременно фотографировали спектр Луны и спектр Марса; обе эти планеты отражают спектр, получаемый от Солнца, но спектры их не одинаковы: спектр Луны имеет, кроме линий солнечного спектра, только линии поглощения, свойственные атмосфере земного пара, но в спектре Марса эти линии чернее и толще, так как вызваны добавочным поглощением света в атмосфере самого Марса.

Эта атмосферная оболочка, вероятно, мало чем отличается по своему физическому составу от земной; она только менее насыщена водяными парами, — вот и вся разница.

А раз есть атмосфера, да еще к тому же дающая осадки, то не может быть никакого сомнения в том, что темные пятна, видимые на Марсе, представляют собой моря, а белые, расположенные на полюсах, — это полярные льды. Сделать, однако, отсюда заключение о совершенном тождестве обеих планет в географическом и метеорологическом отношениях было бы, во всяком случае, преждевременным; между ними есть и больше различие, именно в распределении суши и воды (если ею заполнены ее места, которые мы видим как темные пятна). На Земле вода занимает почти  $\frac{3}{4}$



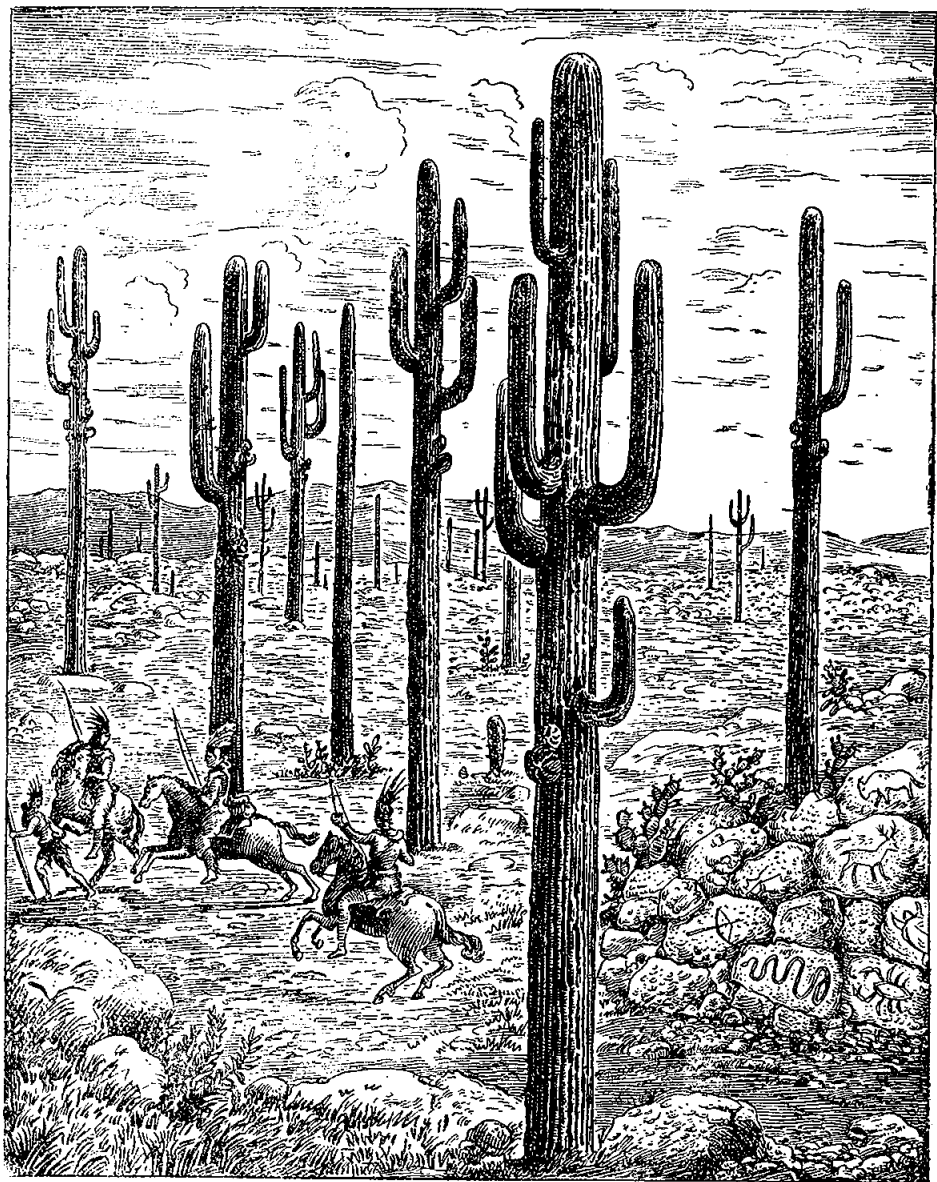


Рис. 89. Как вы думаете, на каком из миров можно встретить подобный пейзаж?

Но и облачное небо на Марсе представляет известный интерес: мы можем следить за облаками, гонимыми ветром, над материками и морями, и многим наблюдателям удалось зарисовать эти изменения в расположении и форме облаков, несущихся по небу Марса.

Мы не можем, правда, видеть, как идет дождь на Марсе, но можем делать догадки на этот счет, видя, как скопившиеся тучи рассеиваются и собираются снова, а затем опять улетучиваются.

Внимательное изучение метеорологических явлений, происходящих на Марсе, исследование месячных и годовых изменений, которым подвергается линия полярных снегов, смогут в будущем принести большую пользу научному обоснованию земной метеорологии.

Интересное открытие было сделано Скиапарелли в 1877 году, когда Марс находился на ближайшем расстоянии от Земли. Скиапарелли заметил на его поверхности темные и тонкие прямые линии, перекрещивающиеся под разными углами между собой; эти линии получили название каналов. Замечательно, что в известное время марсова года, после того как исчезали снега на том или другом полюсе планеты, многие из этих каналов казались двойными, идущими параллельно друг другу. Длина каналов достигает иногда 5 тысяч километров, а ширина их превышает 200 километров. Какое странное и непонятное для нас географическое явление! Нужно надеяться, что когда-нибудь и эта тайна будет разгадана.

Что касается обитаемости Марса, то на основании имеющихся у нас сведений относительно физического устройства этой планеты мы можем смело ожидать, что этот мир, имеющий такое сходство с нашим, населен также живыми существами, которые, по всей вероятности, в общем весьма похожи на нас по своей организации, но должны быть приспособлены к условиям природы Марса.

Жители Венеры, если они существуют, вследствие более тяжелых природных условий жизни, может быть, стоят ниже нас в умственном отношении, но нельзя того же ожидать от обитателей Марса — планеты, которая, вероятно, сформировалась прежде, чем наш земной шар, и на которой поэтому жизнь стала развиваться гораздо раньше, чем на Земле. Поэтому и существа там, нужно полагать, достигли большего совершенства — физического и духовного, — чем мы. Несмотря на то, что внешние условия на Марсе и на Земле очень сходны, тем не менее нужно полагать, что зоологические формы сложились там, наверно, несколько иначе, чем у нас, если принять во внимание один очень важный естественный фактор, именно тяжесть. Тела на Марсе легче, чем на Земле; они имеют там почти только  $\frac{1}{3}$  земного веса. Предмет, весящий на Земле 160 килограммов, будет весить на Марсе всего 60 килограммов; пройдя там 50 километров, человек почувствует такую же усталость, как если бы на Земле ему пришлось сделать только 20 километров.

Таким образом, на основании всех этих соображений мы неизбежно должны прийти к заключению, что существа, может быть, живущие на Марсе,

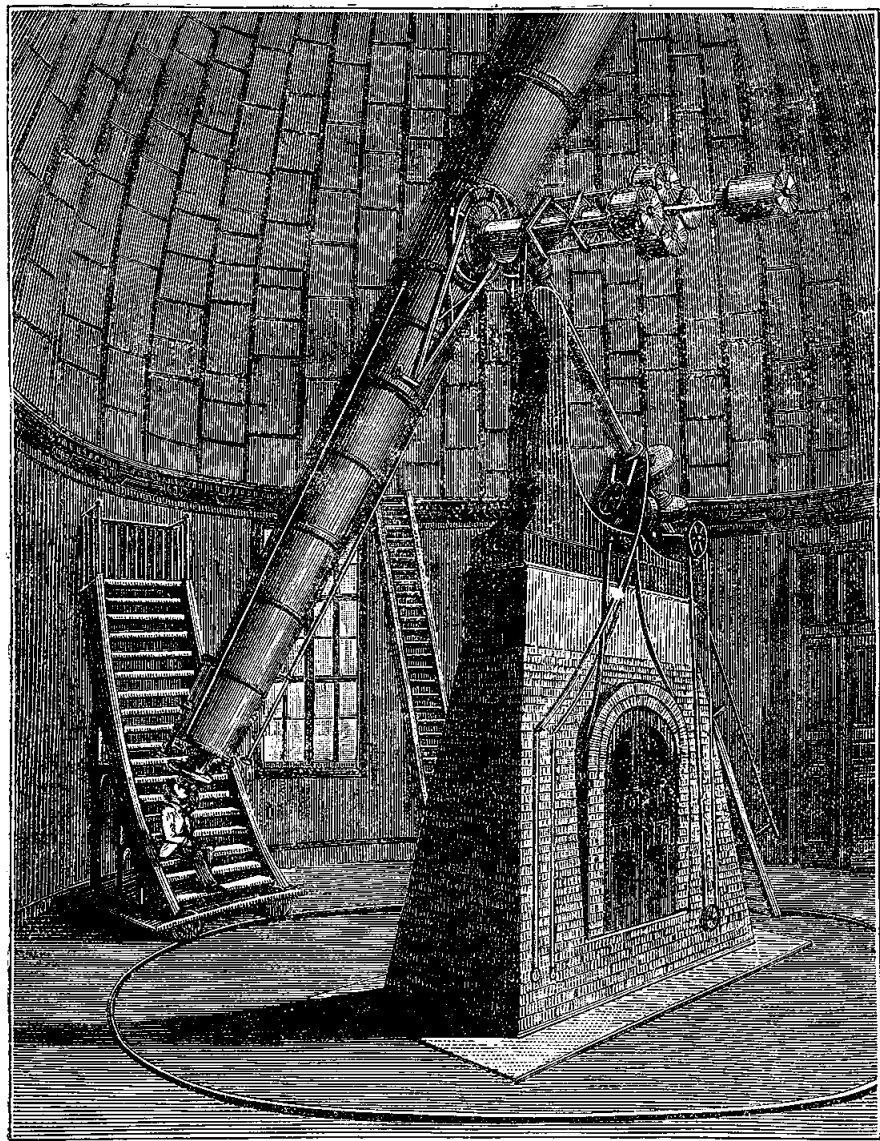


Рис. 90. Большой телескоп Вашингтонской обсерватории, с помощью которого были открыты спутники Марса в 1877 году.

во многом отличаются от земных. Но разве жизнь на Земле везде проявляется одинаково? Разве в Азии и Америке мы не встречаем такие растительные формы, которые в Европе совершенно неизвестны? Взгляните на прилагаемый здесь рис. 89 и скажите, на какой планете возможен подобный пейзаж? Что это за удивительные деревья без листьев, похожие скорее на телеграфные столбы, чем на деревья, что это за камни, украшенные какими-то странными фигурами, что это за всадники с развевающимися пирями на головах?

Этот рисунок сделан не с ландшафта какого-нибудь заоблачного мира, — мы не оставили еще Земли; то, что вы разглядываете, есть один из видов, очень часто встречавшихся еще сравнительно недавно в Колорадо, стране ацтеков, нынешней Мексике.

1877 год, который, как мы уже заметили, был особенно благоприятен для наблюдений над Марсом, дал нам много нового, кроме каналов, впервые замеченных на этой планете Скиапарелли. В этом году было сделано еще одно ценное научное завоевание: Асаф Холл, директор Вашингтонской обсерватории, открыл в августе двух спутников Марса с помощью самого сильного в то время телескопа, дававшего увеличение в 1 300 раз.

Известие об этом открытии, как громом, поразило всех астрономов, многие не верили этому, — столь неожиданным казалось это открытие ученому миру. Немедленно принялись за проверку удивительного сообщения;

наблюдатели почти всех обсерваторий Европы и Америки направили свои лучшие телескопы на одну точку неба и скоро убедились в несомненном существовании одного спутника, другой был виден хуже.

В настоящее время движение обоих спутников изучено очень точно.

Известно, что: 1) спутники Марса кружатся около него почти в плоскости его экватора; 2) орбиты их представляют почти правильные круги; 3) самый дальний спутник делает полный оборот в 30 час. 17 мин. 54,9 сек., а самый близкий — в 7 час. 39 мин. 13,851 сек.; 4) среднее расстояние первого спутника от поверхности Марса равно 6 тысячам километров, а среднее расстояние второго спутника от поверхности Марса — 20 тысячам километров.

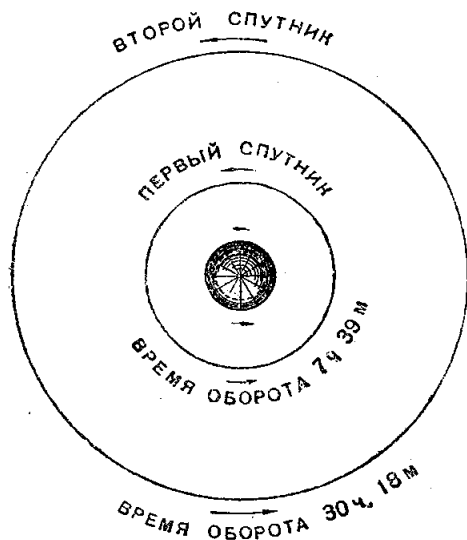


Рис. 91. Система спутников Марса.

Марс обращается вокруг себя в  $24\frac{1}{2}$  часа, а ближайший спутник оборачивается около него в  $7\frac{1}{2}$  часов; отсюда вытекает, что движение марсовой луны к востоку совершается почти в три раза быстрее, чем перемещение ее с востока на запад вместе со всеми небесными светилами, следовательно, эта луна восходит на западе и заходит на востоке, успевая в течение 11 часов показать все свои фазы. Странный мир, не правда ли?

Спутники Марса очень малы. Сильный свет, испускаемый планетой, мешает делать точные измерения, тем не менее доказано, что первый спутник, кажущийся звездой  $11\frac{1}{2}$ -й величины, имеет в диаметре 15 километров, а второй, напоминающий звезду 13-й величины, — всего 8 километров. Поверхность самого большого спутника, таким образом, немного больше пространства, занимаемого Парижем!

Какой вид имеет звездное небо, рассматриваемое с Марса? Юпитер — там самое блестящее светило, он кажется в полтора раза больше, чем у нас; спутников его можно рассмотреть невооруженным глазом. Меркурия не видно совсем, — он теряется в лучах Солнца, а Венера имеет такой вид, как у нас Меркурий.

В каком виде представляется там наша Земля? Когда она находится на самом дальнем расстоянии от Солнца, а Марс на близком, тогда Земля кажется блестящей планетой, которая имеет такие же фазы, как Венера, и появляется на небе, так же как и эта последняя, по вечерам и утрам. Другими словами, наш земной шар для обитателей Марса служит вечерней звездой, Люцифером и т. д.

Они, эти загадочные жители Марса, может быть, так же любят нашу планету, как мы Венерой. Может быть, они думают теперь, что эта великолепная планета, это небесное жилище населено разумнейшими и счастливейшими существами.





## Юпитер — гигант планетного мира, и астероиды — планеты-карлики

Пятая планета солнечной системы — Юпитер; но, прежде чем перейти к его описанию, остановимся немного на так называемых малых планетах.

За орбитой Марса находится целый рой малых планет, или астероидов — светил-карликов, вращающихся вокруг Солнца. Сицилийский астроном Пиацци впервые натолкнулся на одну из них, изучая мелкие звезды, расположенные в созвездии Тельца. Это было в первых числах января 1801 года. Первая малая планета получила название Цереры. Вскоре Пиацци открыл вторую — Палладу, затем через несколько лет Ольберс и Гардинг отыскали еще две планеты, в 40-х годах к ним прибавились еще 12; в промежуток времени от 1852 до 1861 года Гольдшмидт, художник по профессии, астроном по наклонностям, открыл 14 новых планет. Теперь их находят целыми десятками. Так, например, один Пализа, начиная с 1874 года, успел отыскать более 70, а применение фотографии сделало поиски астероидов гораздо более легким занятием.

Все эти малые планеты видны только в телескоп, за исключением Весты и Цереры, которых можно иногда рассмотреть простым глазом. Они имеют вид звезд седьмой, восьмой, девятой, десятой и одиннадцатой величин и более слабых. К началу 1896 года зарегистрировано было 409 таких планет; имена, которые были им даны, начались армией греческих мифологических божеств, как, например, Церера, Паллада, Юнона, Веста, Астрея, Геба и т. д. Но скоро запас этих имен, взятых из древней мифологии, истощился, и планеты стали получать самые разнообразные современные имена, вроде Паулины, Эльвиры, Регины, Камиллы и т. д.

Из всех этих маленьких планет на самом близком расстоянии от Солнца находится Медуза, она отстоит от него почти вдвое дальше, чем Земля; а на самом дальнем находится Гильда, которая удалена от центрального светила на расстояние, вчетверо превышающее расстояние Земли от Солнца<sup>1</sup>.

Пояс, занятый малыми планетами, охватывает, таким образом, обширное пространство в 300 миллионов километров.

Это пространство во всех направлениях пересекается орбитами малых планет. Орбиты эти до того перепутаны между собой, что если бы это были проволочные кольца, то, приподняв одно, можно было бы вместе с ним поднять все другие.

<sup>1</sup> Позднее были открыты Эрос, отстоящий от Солнца лишь в  $1\frac{1}{2}$  раза дальше, чем Земля, и Гидальго, удаленный в 5,7 раза больше, чем Земля. Эрос при своем движении периодически пересекает орбиту Марса и иногда ближе, чем эта планета, подходит к Земле. Известно еще несколько подобных астероидов. — *Прим. ред.*

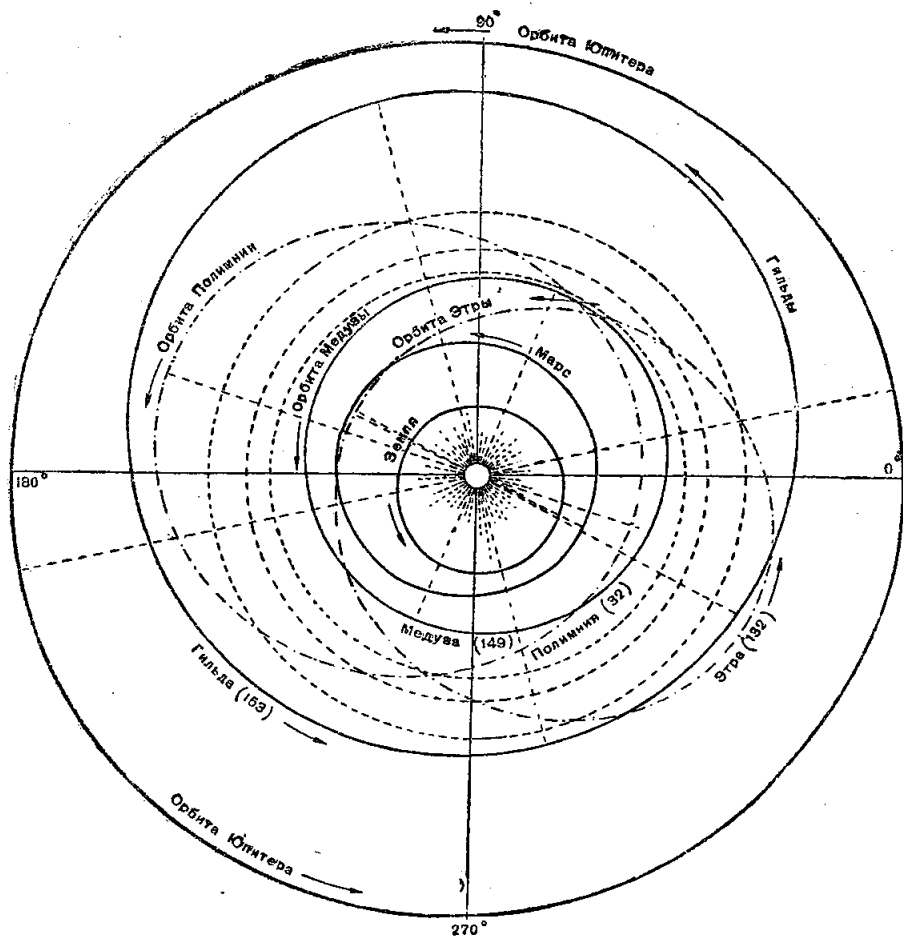


Рис. 92. Орбиты некоторых малых планет.

На рис. 92 изображены наиболее интересные орбиты малых планет. Мы видим тут, что за орбитой Марса находятся: 1) орбита Медузы, которая ближе всего подходит к Солнцу; 2) орбита Гильды, которая больше всего удалена от него; 3) орбита Этры, пересекающая орбиту Марса; 4) орбита Полимнии. Пунктирные линии обозначают границы пояса, где орбиты планет наиболее сгущены.

Многие из этих маленьких миров движутся почти по одним и тем же путям. Так, Юнона и Клода иногда находятся на расстоянии тысячи километров друг от друга, а Фидес и Майя вращаются в одной и той же плоскости.

Насчет происхождения этих малых планет мнения расходятся. Одни считают их осколками большой планеты, разлетевшейся вдребезги, другие, наоборот, думают, что это самостоятельные миры, которые образовались из солнечной туманности, но не соединились в одно целое вследствие возмущений, производимых притяжением колоссального Юпитера, расположенного по соседству. Вторая гипотеза более вероятна.

Эти миры имеют очень малые размеры. Так, Веста имеет в диаметре 380 километров, Церера — 770, Юнона — 90, а Сафо, Майя, Атланта имеют в диаметре не более 30 километров; есть еще более мелкие планеты, — а их большинство, — поперечник которых не может быть точно измерен нашими лучшими телескопами.

Мы не знаем еще, во сколько времени эти карлики обращаются вокруг своих осей, какой наклон имеют эти последние, как распределяются времена года в зависимости от величины этого наклона и т. д.

Все это будет исследовано и изучено только тогда, когда благодаря прогрессу оптики мы будем обладать более совершенными зрительными трубами.

Теперь мы от маленьких островков небесного архипелага сразу переходим к описанию планеты-гиганта, то есть Юпитера.

После Венеры Юпитер — самая блестящая из планет. В старину ей приписывали огромное влияние на судьбы людей; средневековый астролог проводил ночи напролет, стараясь выяснить это влияние на будущее того или иного богатого человека.

Планета Юпитер недаром получила имя царя греческо-римских богов: она представляет собой гигантский шар, который почти в 1 300 раз больше Земли по объему. Вообразите себе шар, скатанный из 1 300 земных шаров! На рис. 94 изображены все главные планетные миры в одинаковом масштабе.

Юпитер в 317 раз тяжелее Земли, а напряжение силы тяжести на этой планете в  $2\frac{1}{2}$  раза больше, чем у нас; таким образом, человек, весящий на земле 80 килограммов, на Юпитере будет обладать весом в 200 килограммов.

Эта гигантская планета отстоит от Солнца на 778 миллионов километров, значит, в 5 раз с лишним далее, чем Земля; путь ее также в 5 раз



Рис. 93. Средневековый астроном проводил ночи напролет, тщетно стараясь определить влияние могущественного Юпитера на судьбы людей.

длиннее, а год ее почти в 12 раз дольше нашего: свой полный оборот вокруг Солнца Юпитер совершает в 11 лет 10 мес. 18 дней.

Орбита его представляет собой эллипс с эксцентриситетом в 0,048; вследствие этого расстояние Юпитера от Солнца подвержено изменению на 76 миллионов километров.

Медленно двигаясь по своей орбите вокруг Солнца, Юпитер в то же время с необыкновенной стремительностью вращается около своей оси, а именно: полный оборот около нее он совершает почти в 10 часов (более точно: суточный оборот для экваториальных частей составляет 9 час. 50 мин., а для местностей, удаленных от экватора на  $20-25^{\circ}$ , 9 час. 55 мин.).

Сутки, как мы видим, на Юпитере гораздо короче, чем у нас, но это еще не все. Ось Юпитера не имеет почти никакого наклона: отклонение ее от вертикального положения составляет всего  $3^{\circ}$ , а это очень малая величина. Вследствие этого там, во-первых, дни всегда равны ночам, во-вторых, климаты постоянны. Солнце совершает свое видимое суточное движение почти в плоскости экватора, на планете нет ни тропических поясов, ни полярных стран, и температура в правильной постепенности убывает от экватора к полюсам. Далее, тут нет перемен во временах года, — в течение круглого года планета находится в таких же условиях, как Земля весной.

Но эта вечная весна была бы для нас суровой зимой, так как вследствие громадного расстояния от Солнца Юпитер получает в 27 раз меньше солнечной теплоты, чем Земля. Но по всей вероятности он имеет еще какие-нибудь другие источники тепловой энергии, потому что на нем видны облака и пары, а для их образования требуется определенное количество теплоты.

Юпитер, наблюдаемый с Земли, кажется прелестной звездой, отличающейся белым и ровным сиянием; если же рассматривать ее в телескоп, то в поле трубы вырисовывается небольшой светлый кружок, покрытый полосами.

Эти сероватые полосы, более или менее широкие и довольно резко видимые, представляют характерный признак планеты и бросаются в глаза при первом взгляде на нее в телескоп. Кроме полос, замечаются пятна, которые постепенно передвигаются по видимому диску планеты с востока на запад вследствие вращения планеты вокруг своей оси. Достаточно одного часа внимательного наблюдения, чтобы убедиться в подвижности этих пятен, если они резко очерчены.

Пятна эти не расположены на самой поверхности планеты, а принадлежат к ее атмосфере, составляя часть обширного облачного слоя, окружающего этот громадный мир.

Полосы изменяют свой вид беспрестанно. Вдоль экватора Юпитера замечается обыкновенно широкая белая полоса, но иногда она сильно темнеет, превращаясь в черную ленту, в то время как на различных широтах виднеются тогда светлые линии. Ширина полос с течением времени меняется, равно как и их форма, то волнистая, то почти прямолинейная.

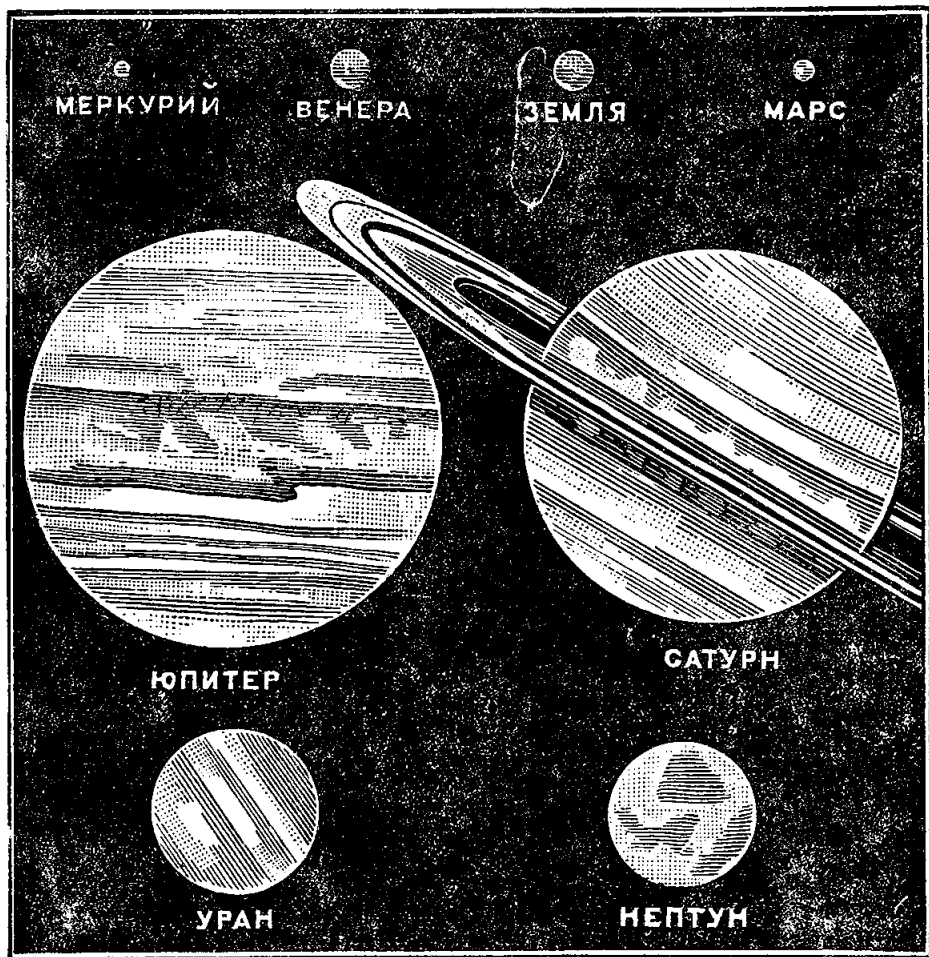


Рис. 94. Сравнительная величина главных миров солнечной системы.

Эти изменения совершаются, по видимому, в самой атмосфере Юпитера, а не на его поверхности, которую нам очень редко удается видеть через просветы в облаках, густой пеленой заволакивающих планету.

Я прилагаю здесь в хронологическом порядке некоторые наиболее характерные рисунки, сделанные в разное время; по этим рисункам читатель лучше всего может уяснить себе те видоизменения, которым подвергается атмосфера Юпитера.

Чем вызываются эти видоизменения, до сих пор в точности неизвестно. Можно предположить, что эта планета находится в стадии своего образования и переживает тот период, какой некогда переживала Земля, переходя из огненножидкого состояния в твердое.

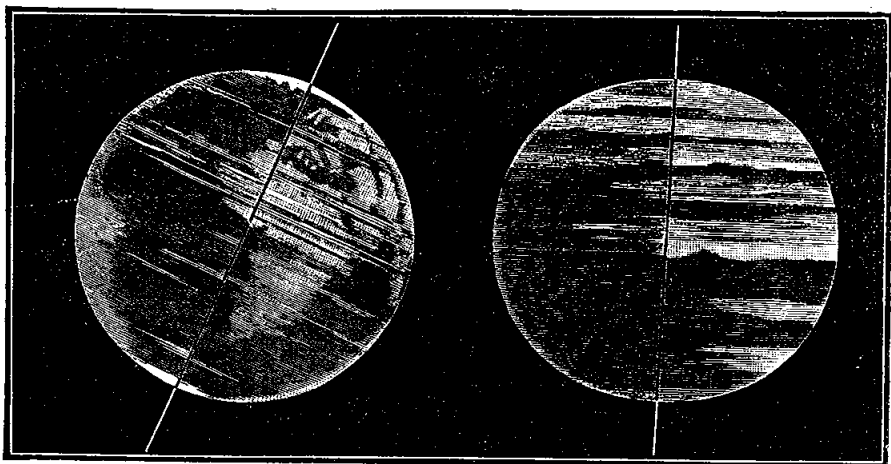


Рис. 95. Сравнительные наклоны осей Земли и Юпитера.

Весьма возможно, что Юпитер был самостоятельным Солнцем, которое теперь потухло и, охлаждаясь постепенно, покрывается плотной корой; эта кора, однако, еще очень горяча и лучеиспускает в пространство свою внутреннюю теплоту, получаемую из внутренних расплавленных слоев.

Огромный шар Юпитера сильно сплюснут у полюсов; это сжатие составляет  $\frac{1}{15}$ , тогда как для Земли оно равняется  $\frac{1}{297}$ . Юпитер величественно движется в пространстве, окруженный великолепной свитой, состоящей из многочисленных спутников. Открытый в 1892 году пятый спутник — ближайший — имеет самый короткий период обращения.

Четыре главных спутника Юпитера, рассматриваемые в телескоп, имеют вид маленьких звездочек, которые расположены в плоскости, проведенной через центр планеты в направлении экватора. Спутники имеют форму



Рис. 96. Сравнительная величина Юпитера и Земли.



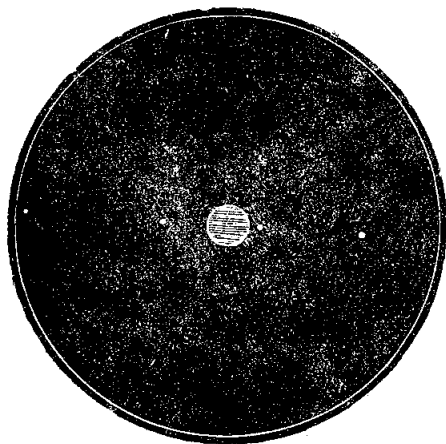


Рис. 97. Юпитер и его спутники в поле зрения телескопа.

шаров, вращающихся около своего властелина по почти круговым орбитам; но так как они лежат в той плоскости, в какой мы сами движемся, то есть в плоскости эклиптики, то мы не можем видеть их движения прямо, а видим его только сбоку; движение спутников напоминает нам качания маятника, передвигающегося с одной стороны в другую, и мы поэтому видим их только справа или слева от Юпитера, но никогда не выше или ниже его.

Четыре первых спутника Юпитера получили следующие названия: первый — Ио, второй — Европа, третий — Ганимед, четвертый — Каллисто. Остальные спутники планеты остались безыменны.

Полный оборот вокруг своего владыки спутники совершают:

I. Ио . . . . .	в 1 день 18 час. 27 мин. 34 сек. (по земному счету)
II. Европа . . . . .	» 3 » 13 » 13 » 42 » » » »
III. Ганимед . . . . .	» 7 » 3 » 42 » 33 » » » »
IV. Каллисто . . . . .	» 16 » 16 » 32 » 41 » » » »

Впоследствии было открыто еще пять очень маленьких спутников Юпитера.

Эта свита отличается довольно солидными размерами. Так, диаметры Каллисто и Ганимеда примерно почти вдвое меньше диаметра Земли и равняются 5 160 километрам. По своему объему Ганимед вдвое больше Меркурия, на одну треть меньше Марса и приблизительно в 5 раз больше нашей Луны. Это настоящий мир, занимающий довольно обширную территорию.

Спутники Юпитера (первые четыре) были открыты в 1610 году Галилеем, вскоре после того, как этот ученый навел на небо построенную им астрономическую трубу. Это открытие сильно поразило всех тогдашних астрономов; многие отказывались верить ему. Так, Кортонская академия единогласно решила, что спутники, замеченные Галилеем, — это не больше как обман зрения. Философ Либри, живший в Пизе, ни за что не соглашался посмотреть в зрительную трубу, чтобы увидеть спутников Юпитера. Когда Галилей узнал о его смерти, он сказал: «Я надеюсь, что, отправляясь на небо, он, наконец, заметит моих спутников, которых не желал видеть с Земли».

Галилей, открыв спутников Юпитера, не сомневался уже в правильности основных воззрений Коперника; система Юпитера, естественно, казалась

уменьшенной солнечной системой, и поэтому, когда до Кеплера дошла весть о наблюдениях флорентийского астронома, он, как говорят, воскликнул, пародируя фразу императора Юлиана: «Ты победил, галилеянин!»

Огромный шар Юпитера отбрасывает от себя гигантскую тень, которая несравненно больше земной, поэтому спутники Юпитера при каждом своем обращении попадают в обширную тень, отбрасываемую могучей планетой, — вот почему затмения этих спутников случаются гораздо чаще, чем затмения нашей Луны.

Когда какой-нибудь из спутников Юпитера затмевается, то мы видим, как маленькая блестящая точка вдруг исчезает и затем снова загорается в момент ее выхождения из тени.

Это любопытное явление, как мы уже упоминали, привело к одному весьма важному открытию — к измерению скорости распространения света.

Если время, которое употребляет каждый спутник Юпитера для своего полного оборота, хорошо известно, то понятно, что можно в точности определить момент, когда тот или другой из них должен войти в тень. Были составлены таблицы этих затмений, но вычисления не соответствовали действительности: затмения наступали то раньше, то позже вычисленных сроков. Известные астрономы XVII столетия — Кассини, Гук и др. — тщательно искали объяснение этому явлению, никак не решаясь допустить, чтобы свет, распространение которого тогда считалось мгновенным, употребляет некоторое время на прохождение расстояния, отделяющего Юпитер от Земли. В это время молодой датский ученый Олаф Ремер, работавший в Парижской обсерватории, занялся этим вопросом и скоро пришел к убеждению, что затмения наблюдаются: позже, когда Земля находится дальше от Юпитера, и раньше, когда она ближе к нему; отсюда он, вполне естественно, заключил, что эта разница происходит единственно от различия в расстоянии от Земли до Юпитера. Это расстояние составляет диаметр зем-

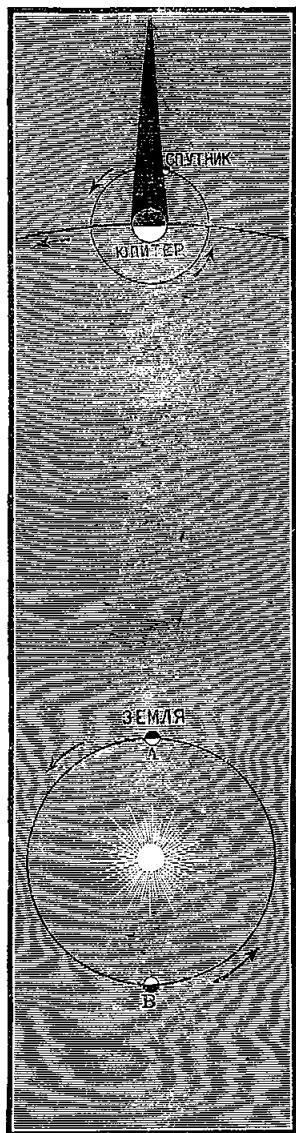


Рис. 98. «Исчезновение» спутников Юпитера.

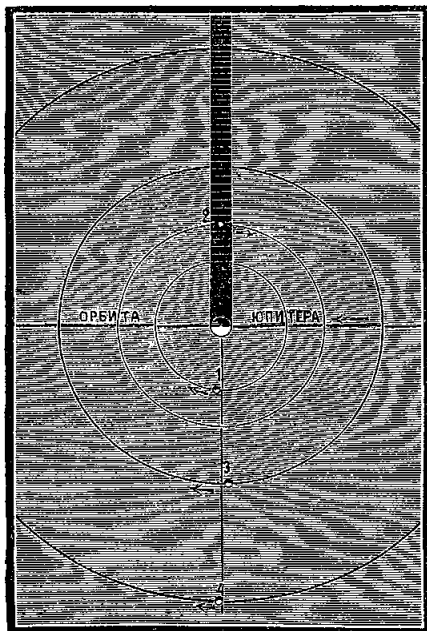


Рис. 99. Затмения спутников Юпитера.

мнений. Англичанин Уэвель, например, утверждал, что вследствие незначительной плотности этого мира он населен студенистыми созданиями, которые похожи на наших медуз, плавающих у морских берегов; немец Вольф доказывал, со своей стороны, что обитатели этой планеты ввиду слабого света, царящего на ней, должны обладать глазами, которые втрое больше наших, а ростом должны соперничать со сказочным библейским Огом, царем Вассанским, ложе которого будто бы имело в длину 9 футов.

Если есть на Юпитере какие-нибудь жители и если они занимаются астрономией, то они могут открыть нашу планету во время прохождения земного шара перед солнечным диском легче, чем мы этим способом могли бы открыть планету, находящуюся внутри орбиты Меркурия. Землю с Юпитера простым глазом видеть нельзя, ее можно рассмотреть только в сильный телескоп, в который она представляется в виде светлой точки, удаляющейся от Солнца не больше как на  $12^\circ$  и имеющей фазы. Если бы на Юпитере вдруг разнесся слух, что некоторые жители этой крошечной точки воображают, доверяя религии, что вся вселенная создана исключительно для них, то жители Юпитера разразились бы по этому поводу таким гомерическим хохотом, который, чего доброго, донесся бы к нам сюда.

ной орбиты, то есть 300 миллионов километров. Так как различие в моментах затмений спутников составляет 16 мин. 26 сек., значит, столько именно времени свет употребляет на прохождение 300 миллионов километров. Таким образом найдено, что скорость распространения света равняется 300 тысячам километров в секунду.

Английский астроном Брадлей вычислил скорость света на основании так называемой аберрации света; физики Фуко и Физо сделали это, пользуясь зеркалами; все они пришли к почти тем же результатам, что и Ремер.

По всем признакам Юпитер не закончил еще своего полного развития. Несколько миллионов лет назад Юпитер был солнцем для своей системы, состоящей из его спутников.

Обитаемо ли уже это потухшее светило, мы не знаем. Насчет организации жителей Юпитера некоторые писатели держатся довольно фантастических

Сатурн — чудо солнечной системы

Мы описали в предыдущей главе мир Юпитера. Следующий за ним мир Сатурна еще поразительнее.

Сатурн представляется невооруженному глазу в виде звезды первой величины, но значительно менее блестящей, чем Венера, Юпитер, Марс и Меркурий. Его тусклый свет, имеющий свинцовый оттенок, а также очень медленное движение создали ему дурную славу: древние жрецы смотрели на него, как на планету мрачную, угрюмую, не предвещающую ничего хорошего. Этого взгляда они придерживались очень долго. В средние века, века религиозного фанатизма и суеверий, верили, что планеты оказывают огромное влияние на судьбы отдельных личностей. Кто родился под знаком Юпитера, тот достигает высоких почестей, славы и богатства, родившиеся под знаком Марса отличаются воинственным характером, а под знаком Меркурия — любовью к искусству, и т. д. Таким путем была создана ложная наука — астрология.

Приведем для курьеза отрывок из одной книги по астрологии, изданной во Франции в начале XVII века.

«Юпитер в первом знаке зодиака создает епископов, губернаторов, знатных, сильных, судей, философов, негоциантов и банкиров. Марс производит военных, убийц, медиков, цырюльников, мясников, поваров, пекарей и вообще людей, которые при своей профессии употребляют огонь. Под влиянием Венеры женщины делаются красавицами, а мужчины — аптекарями (какая удивительная последовательность!), портными, ювелирами, игроками, кутилами, развратниками и разбойниками. Люди, находящиеся под влиянием Марса, жестокосердны, упрямы, дерзки, живы, очень сильны, едят много мяса, нисколько не расположены к дружбе, отличаются рыжими волосами и налитыми кровью глазами и любят всякие занятия с огнем и раскаленным железом».

Этого достаточно, чтобы судить о том, чем руководились средневековые астрологи, предсказывая судьбу того или иного человека. Сильные мира — короли, князья, епископы — держали при себе астрологов, которые должны были по расположению планет угадывать будущее, давать советы относительно ожидаемого успеха или неуспеха того или иного предприятия. Начиная Нероном и кончая Екатериной Медичи, большинство королей и владетельных князей имело своих придворных астрологов. Положение этих шарлатанов-прорицателей иногда было довольно трудное и даже опасное, — не один из них кончал свою жизнь в тюрьме или на виселице. Некоторые спасались от грозящей гибели смелостью и находчивостью. Так, например, астролог Людовика XI предсказал смерть одной придворной

дамы. Когда эта придворная дама действительно умерла, король велел призвать к себе астролога, отдавши тайный приказ своей страже по данному сигналу схватить его, связать и бросить в реку. Когда астролог явился, король заметил ему: «Ты утверждаешь, что будущее тебе открыто, а знаешь ли ты, сколько времени осталось тебе жить самому?» — «Государь, — ответил тот, нисколько не теряя присутствия духа, — звезды мне сказали, что я должен умереть за три дня до смерти вашего величества». Король смутился и не только не дал условного знака, а всячески стал заботиться о том, чтобы продолжить жизнь своего вещего астролога.

Как только рождался новый член царского семейства, придворный астролог немедленно составлял его гороскоп, или схему, земной жизни, будто бы обусловленной влиянием тех или иных планет. Сам великий Кеплер был из-за горькой нужды астрологом у герцога Валленштейна и составил для него гороскоп.

Полный оборот вокруг Солнца Сатурн делает в  $29\frac{1}{2}$  лет. Он находится в противостоянии, то есть проходит относительно Солнца позади Земли, каждый год запаздывая против предыдущего на 13 дней; около этого времени его можно наблюдать в течение почти 6 месяцев.

Среднее расстояние Сатурна от Солнца составляет 1 426 тысяч километров, но оно от перигелия к афелию меняется почти на 150 миллионов километров.

Диаметр Сатурна почти в  $9\frac{1}{2}$  раз больше диаметра Земли.

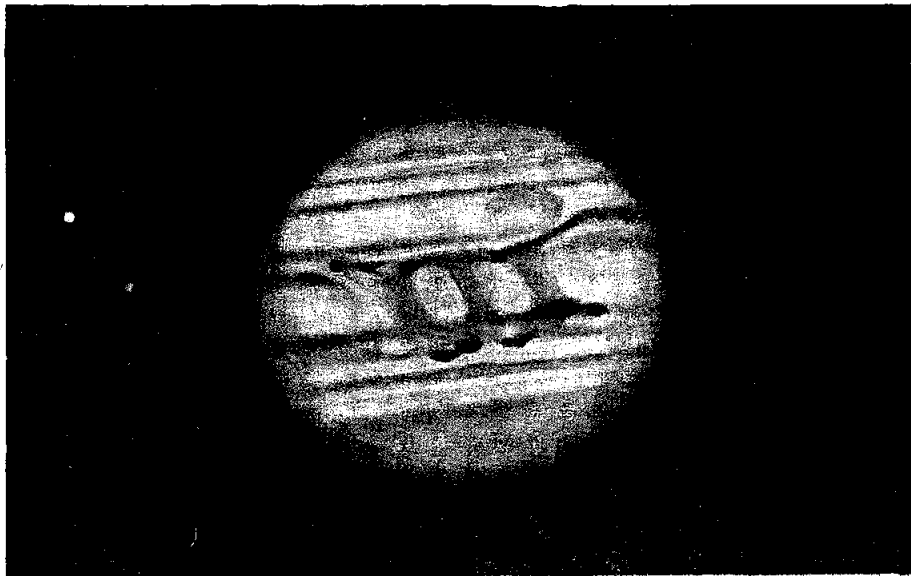
Сатурн далеко не представляет собой идеального шара, он еще более сплюснут у полюсов, чем Юпитер.

Полярное сжатие Сатурна составляет 0,1. Экваториальный диаметр планеты исчисляется в 120 600 километров.

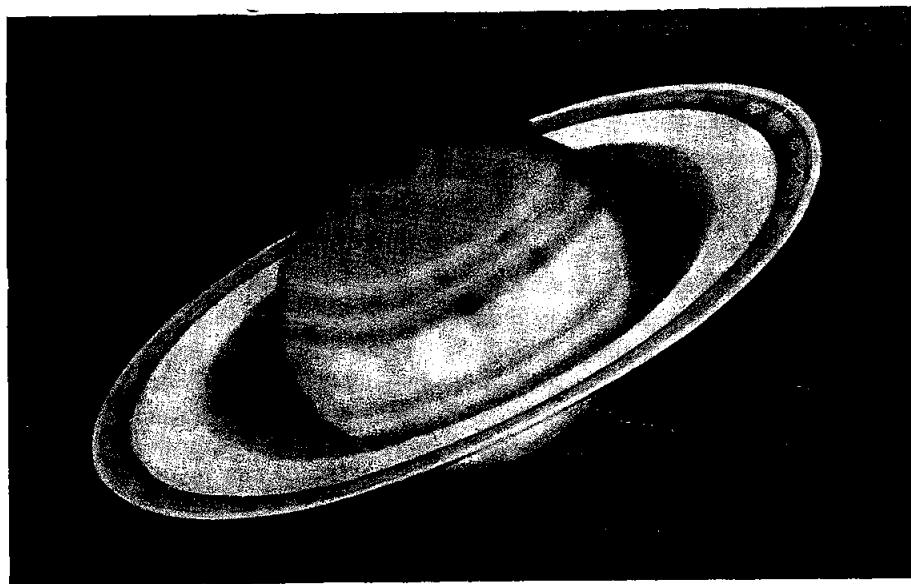
Поверхность Сатурна в 81 раз больше поверхности земного шара, а объем его в 734 раза превышает объем нашей планеты.

Если смотреть на Сатурн в телескоп, то на нем можно различить полосы, они не выступают так отчетливо, как на Юпитере, и необходимо иметь в своем распоряжении превосходные инструменты, чтобы уловить на нем эти туманные полосы. Еще В. Гершель, наблюдая движение этих полос, пришел к заключению, что Сатурн вращается вокруг своей оси, и в 1793 году вычислил продолжительность этого вращения: оно равняется 10 час. 16 мин.

В течение столетия никто не проверял этих вычислений. В 1876 году Голл, заметив 7 декабря большое белое пятно на экваторе Сатурна, немедленно сообщил об этом по телеграфу во многие обсерватории и просил наблюдать время суточного вращения этой планеты. На основании совокупности произведенных наблюдений определено время обращения Сатурна вокруг своей оси в 10 час. 14 мин., что блестящим образом подтвердило вычисление Гершеля. Впрочем, такова скорость вращения на экваторе планеты, а ближе к полюсам, как и у Юпитера, вращение происходит медленнее.



Юпитер.



Сатурн.

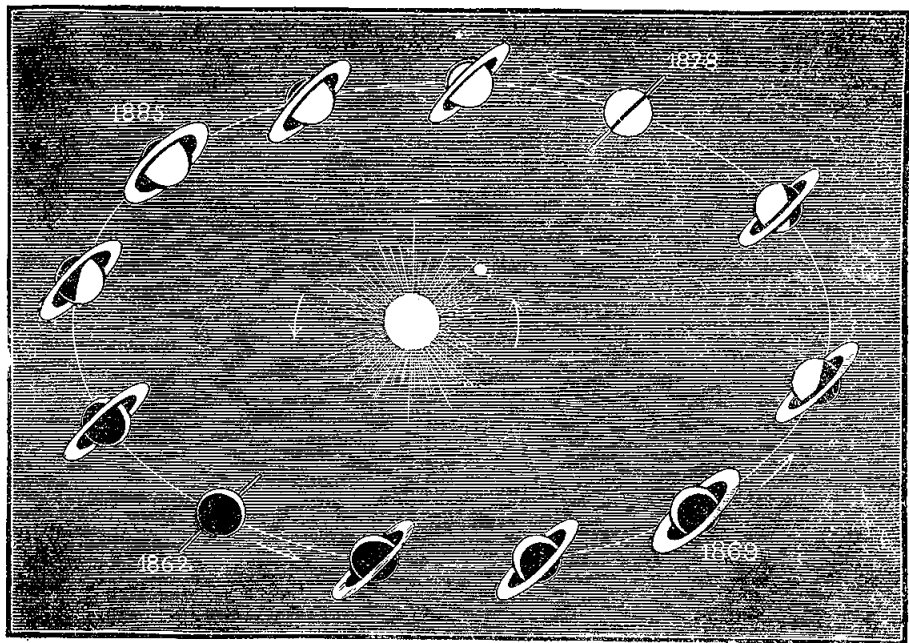


Рис. 100. Кольца Сатурна, видимые в различных положениях.

Итак, на Сатурне день и ночь имеют по пяти часов, а в году таких суток считается 25 тысяч! Вот так удивительный календарь!

Ось вращения планеты наклонена на  $63^{\circ}15'$  к плоскости ее орбиты. Такой наклон мало чем отличается от наклона земной оси; отсюда мы приходим к заключению, что на этом далеком мире смена времен года происходит так же, как у нас, с той только разницей, что каждое время года продолжается там семь с лишком наших лет.

Солнце с Юпитера кажется в 9 раз меньше по диаметру, чем у нас, поэтому поверхность лучеиспускающего данного светила кажется уменьшенной в 81 раз, а значит, во столько же раз меньше света и тепла получает эта планета.

Если на Сатурне обитают живые существа и если кроме лучей Солнца ничто другое их не согревает, то необходимо допустить, что их организмы устроены совершенно особым образом, если могут переносить подобный ход.

Характерную особенность Сатурна составляет обширное кольцо, которое охватывает планету со всех сторон, нигде не прикасаясь к ней.

Это открытие было сделано Гюйгенсом в 1657 году.

Еще в 1610 году Галилей, направив трубу на Сатурн, заметил что-то странное по краям планеты, ему казалось, что он видит сбоку два шара, и поэтому он сравнил их с двумя служителями, помогающими старому Сатурну совершать его путь. Но 1610 год был чрезвычайно неблагоприятен для наблюдения над Сатурновым кольцом, которое было тогда повернуто ребром в сторону Земли. Галилей так и умер, не узнав о существовании кольца.

Со времени открытия Гюйгенса многие астрономы — Кампани, Гук, Кассини, Энке, Де Вико, Бонд и др. — тщательно изучали это загадочное кольцо и пришли к некоторым очень интересным заключениям.

Огромное кольцо, окружающее планету в плоскости ее экватора, на самом деле представляется довольно плоским и тонким. Оно имеет толщину не более 70 километров. Это совсем немного. Но плоская поверхность его так широка, что Земля свободно могла бы катиться по ней, как мяч по дорожке 50 тысяч километров ширины! Далее, между кольцом и планетой остается еще промежуток в 12 тысяч километров.

Это удивительное кольцо не сплошное, а тройное: оно состоит из трех отдельных частей, которые представляют собой как бы три отдельных кольца, одно внутри другого, с промежутками между ними. Подобно самой планете, кольцо блестит отраженным светом Солнца, которое попеременно освещает то ту, то другую его сторону.

Сатурн вместе с кольцом подвигается по своей орбите в весьма наклонном положении; с Земли никогда нельзя увидеть кольцо Сатурна «сверху» — в прямом положении: мы его всегда видим более или менее вкось, и поэтому оно нам кажется продолговатым и растянутым, хотя на самом деле оно имеет правильную круглую форму.

Кольцо составляет с плоскостью орбиты планеты угол в  $28^\circ$ , поэтому оно нам кажется имеющим форму эллипса, поперечный диаметр которого изменяется постоянно.

На рис. 100 и 101 изображены последовательно видимые изменения Сатурнова кольца. В течение того времени, которое планета употребляет для своего полного обращения вокруг Солнца, то есть приблизительно через каждые 30 лет, виды, в которых нам представляются кольца, повторяются. Кольцо то кажется нам наиболее открытым (дважды в течение этого периода), то оно начинает мало-помалу делаться уже, так что вместо кольца мы видим по обеим сторонам планеты две прямые светлые линии, как будто шар Сатурна проткнул иглой. Это происходит регулярно через каждые  $7\frac{1}{2}$  лет после каждого периода наибольшего раскрытия кольца, то есть также два раза за 30 лет. Бывает даже, что при этом в небольшие телескопы становятся невидимы, «пропадают», всякие следы кольца. Подобные явления исчезновения кольца бывают в двух случаях: 1) когда Солнце освещает как раз только ребро кольца и 2) когда оно освещает северную или южную часть его, но земной шар в это время при своем движении как раз попадает в плоскость кольца, — это именно и случилось в феврале 1878 года.



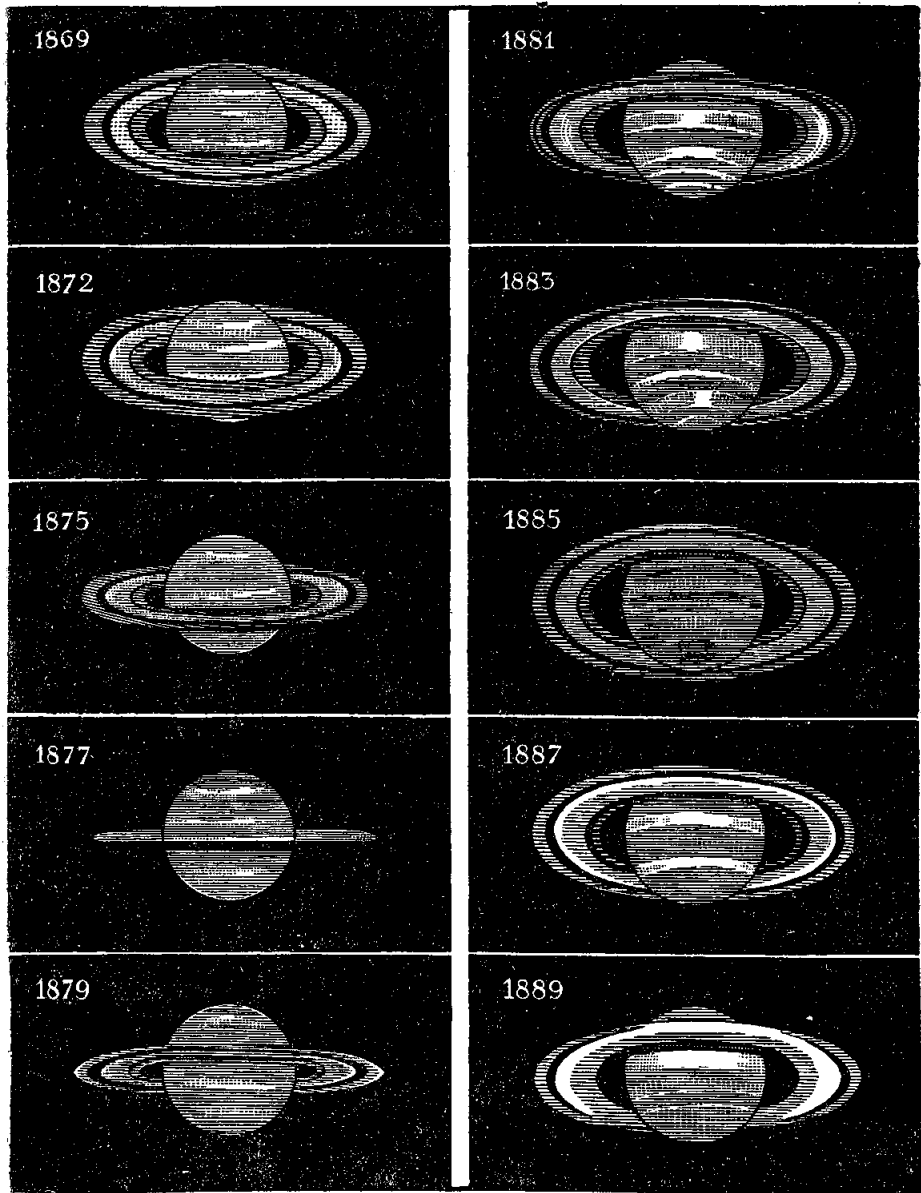


Рис. 101. Вид Сатурновых колец, наблюдаемых в разные годы.

Сатурновы кольца, в особенности в периоды их наибольшего раскрытия, представляют собой великодушное зрелище; не без некоторого волнения замечает наблюдатель вступление этого удивительного мира в поле астрономической трубы; внутренний шар во много раз больше Земли, а блестящая небесная лента, примыкающая к нему, имеет такую ширину, что по ней, как мы уже заметили, наш земной шар мог бы катиться, как мячик по дороге. Невольно переносишься мыслью в эти далекие миры и силишься представить себя туристом, осматривающим эти миры, подобные сказочным снам.

Размеры колец таковы:

Внешний диаметр наружного кольца — 278 600 километров.

Диаметр щели между кольцами — 239 400 километров.

Внутренний диаметр внутреннего кольца — 144 000 километров.

Из какого вещества состоят эти кольца? В каком состоянии находятся они — в твердом, жидком или газообразном? Кольца не могут быть твердыми и плотными, в противном случае они давно разлетелись бы в куски вследствие притяжения Сатурна и его спутников (о которых речь будет впереди), потому что эти тела должны были бы вызывать в массе кольца чудовищные явления, подобные приливам и нарушающие устойчивость колец.

Но частички, из которых состоит кольцо, не могут быть и газообразны, так как иначе заметно было бы преломление света на краях планеты, просвечивающих сквозь внутреннее кольцо, — что в действительности никогда не наблюдалось, — а главное, это обнаружилось бы из спектрального анализа.

Единственное возможное заключение — это то, что кольца Сатурна состоят из бесконечного множества отдельных твердых частичек, вращающихся около планеты с различными скоростями, в зависимости от их расстояния от нее, подобно тому как планеты вращаются около Солнца<sup>1</sup>.

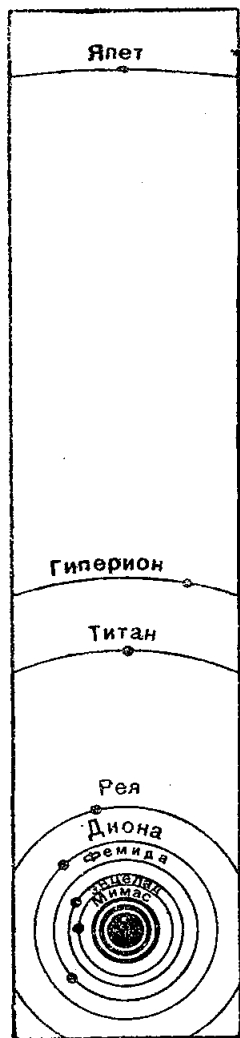


Рис. 102. Система колец и спутников Сатурна.

<sup>1</sup> Такого рода строение и вращение кольца Сатурна было предсказано теорией, основанной на законе всемирного тяготения, и потом было блестяще подтверждено прямыми спектроскопическими исследованиями акад. А. А. Белопольского. — *Прим. ред.*

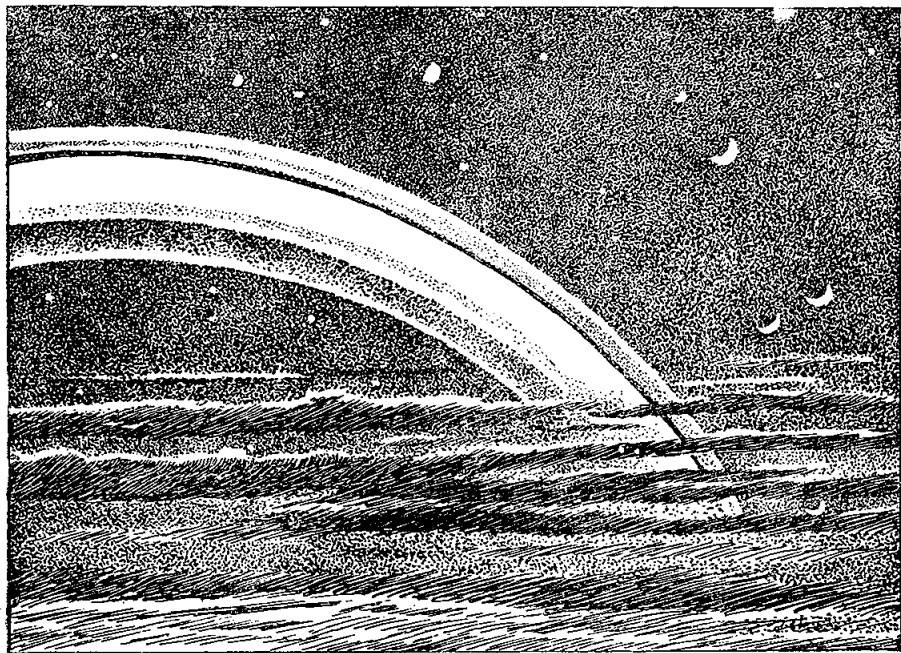


Рис. 103. Какое грандиозное зрелище должна представлять собой эта гигантская арка, переброшенная с одного края неба на другой!

Так, частицы, образующие самое внутреннее кольцо, вращаются быстрее всего, со скоростью 20 километров в секунду, частицы крайнего внешнего кольца — медленнее всего, со скоростью 16 километров в секунду.

Кроме колец, Сатурн обладает еще блестящей свитой, состоящей из девяти спутников, отстоящих от него на различных расстояниях и обращающихся около него в разное время (см. табл. на стр. 190).

Сатурн со своими спутниками представляют грандиозную мировую систему. Вследствие чрезвычайно большого расстояния, отделяющего нас от этой удивительной планеты, очень трудно определить истинную величину спутников Сатурна. Главный из них — Титан — имеет вид звезды восьмой величины: на основании сделанных измерений вычислено, что он имеет диаметр 4 200 километров, то есть немногим меньше Меркурия.

Существование атмосферы на Сатурне доказано как телескопическими наблюдениями, так и спектральным анализом. Эта атмосфера очень обширна и богата облаками, которые совершенно заслоняют от нас поверх-

ность, или почву, планеты. Рассматриваемые в телескоп, облака имеют вид белых растянутых полос; они очень изменчивы по своей форме и видны менее отчетливо, чем облака на Юпитере.

### Спутники Сатурна

Название спутника	Расстояние от центра планеты (в километрах)	Время обращения				Имена ученых, открывших этих спутников	Года открытия
		дни	часы	минуты	секунды		
1. Мимас . . . . .	185 500	0	22	37	5	В. Гершель	1789
2. Энцилад . . . . .	238 000	1	8	53	7	В. Гершель	1789
3. Фемида . . . . .	294 500	1	21	18	26	Кассини	1684
4. Диона . . . . .	377 300	2	17	41	10	Кассини	1684
5. Рея . . . . .	526 800	4	12	25	12	Кассини	1672
6. Титан . . . . .	1 221 500	15	22	41	27	Гюйгенс	1655
7. Гиперион . . . . .	1 480 500	21	6	38	24	Бонд	1848
8. Япет . . . . .	3 558 800	79	7	56	24	Кассини	1671
9. Феба . . . . .	42 932 000	550	10	34	—	В. Пиккеринг	1898

Хотя предметы на Сатурне весят больше, чем на Земле, но средняя плотность веществ, составляющих его, в 8 раз меньше средней плотности веществ, образующих нашу планету, и даже меньше плотности воды; кроме того, эта плотность должна уменьшаться от его центра к поверхности, так что плотность поверхностных слоев должна быть еще меньше.

Поистине, Сатурн — это мир чудес! Какое грандиозное зрелище с поверхности Сатурна должны представлять собой кольца, которые протянулись с одного края неба до другого в виде гигантской арки, повисшей в беспредельном пространстве! Высота этой арки над горизонтом постепенно уменьшается по мере удаления от экватора планеты; на 63° широты вершина великолепной дуги касается горизонта и затем совершенно исчезает из виду. Жители Сатурна, если они существуют, не могут видеть эти кольца, не знают расположения их так, как их видим мы, потому что они не имеют возможности созерцать их в перспективе, подобно нам, удаленным от этого мира более чем на миллиард километров. Девять Сатурновых спутников — это девять лун, горящих на небе этой планеты. Но свет их в совокупности едва составляет  $\frac{1}{90}$  часть нашего лунного света; кольца также доставляют почной стороне Сатурна известное количество света, попеременно освещая через каждые 15 лет то одно, то другое полушарие планеты.

С Сатурна Земля в самый сильный телескоп представляется совсем крошечной точкой, рассмотреть которую отсюда еще труднее, чем с Юпитера. Если воображаемые сатурновы астрономы и открыли нашу планету, то о нас, ее обитателях, вероятно, никто не имеет никакого представления, так как ученые академики Сатурна давно уже могли бы решить, что этот маленький шар представляет собой сожженную Солнцем пустыню.

Уран

Сатурн — последняя, самая дальняя планета из тех, которые были известны с древнейших времен. 13 марта 1781 года Вильям Гершель, любитель-астроном, бывший музыкант, переселившийся из Ганновера в Англию, занимался наблюдением группы звезд, расположенной в созвездии Близице, пользуясь построенным им телескопом. Вдруг он заметил, что одна из наблюдаемых им звезд отличается большим диаметром сравнительно с другими. Потом оказалось, что новое светило медленно перемещается среди созвездий.

В то время ученые были твердо убеждены, что новых планет, кроме уже известных, быть не может.

Винovníк нового открытия не был настолько смел, чтобы считать свою звезду за планету, и поэтому решил, что это должна быть комета. Впоследствии выяснилось, что новооткрытое светило ничего общего с кометой не имеет, а является планетой, которая теперь известна под именем Уран. Раньше ее долгое время называли планетой Гершеля, но затем мифологическое имя восторжествовало, и, таким образом, Юпитер, Сатурн и Уран разместились в порядке их родства: сын, отец и дед (такова была родословная, приписанная греческими жрецами своим богам).

Уран имеет вид звезды шестой величины: люди с хорошим зрением могут видеть его невооруженным глазом, если точно знают, в какой части неба его нужно искать.

Среднее расстояние Урана от Солнца равняется 2 868 миллионам километров. Эксцентриситет орбиты этой планеты — 0,0471, таким образом, расстояние ее от центрального светила в перигелии на 270 миллионов километров меньше, чем в афелии.

Полный оборот вокруг Солнца Уран совершает в 84 года 4 дня.

Видимый угловой диаметр Урана — 4', откуда следует, что его линейный диаметр равняется 51 тысяче километров, то есть больше земного диаметра в 4 раза. Объем Урана в 64 раза превышает объем Земли, а масса его в  $14\frac{1}{2}$  раз больше массы нашей планеты, поэтому плотность веществ, входящих в состав Урана, в 4 раза меньше плотности веществ, образующих нашу Землю.

На Уране есть атмосфера, что доказано спектроскопическими исследованиями. Эти исследования показали, что атмосфера Урана очень отличается от той, которой мы дышим, так как содержит в большом количестве газы метан и аммиак.

Уран имеет четырех спутников, которые обращаются вокруг него в разное время и на различных расстояниях.



Рис. 104. Вильям Гершель открывает планету Уран.

Спутники Урана	Расстояние их от Урана (в километрах)	Время обращения				Кто открыл	Годы открытий
		дни	часы	минуты	секунды		
1. Ариель . . . . .	191 700	2	12	29	21	Лассель	1851
2. Умбриель . . . . .	267 000	4	3	27	37	Лассель	1851
3. Титания . . . . .	438 000	8	16	56	27	В. Гершель	1787
4. Оберон . . . . .	586 000	13	11	7	4	В. Гершель	1787

Движение спутников Урана отличается одной характерной особенностью, с которой нам еще не приходилось встречаться: спутники Марса, Земли, Юпитера и Сатурна перемещаются с запада на восток, образуя очень малый угол с плоскостью обращения этих планет около Солнца, спутники Урана, наоборот, вращаются в плоскости, почти перпендикулярной к той, в которой движется сама планета, и при этом с востока на запад.

На диске Урана вследствие крайней незначительности его до сих пор нельзя было различить какие бы то ни было пятна настолько отчетливо, чтобы по ним можно было с уверенностью судить о времени обращения этой планеты вокруг ее оси.

Это время с приближительной точностью определяли на основании полярного сжатия планеты. По вычислениям Скиопарелли, сжатие Урана у полюсов равняется  $\frac{1}{11}$ , а по последним измерениям, оно составляет  $\frac{1}{18}$ ; отсюда следует, что планета должна вращаться вокруг себя с большой скоростью, приблизительно в 11 часов.

При помощи спектрального анализа позднее удалось установить, что сутки на Уране составляют 10 час. 49 мин., то есть очень близки к тому, что было найдено чисто теоретически.

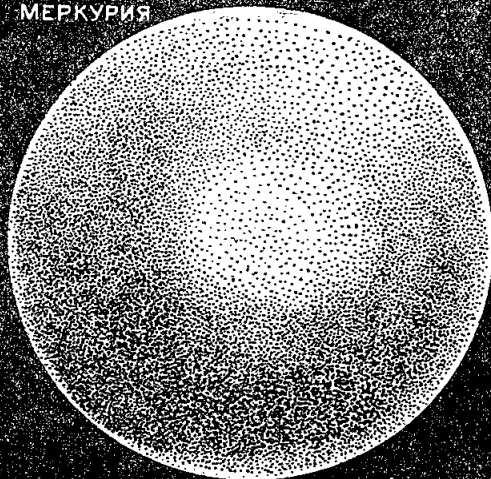
Уран покажется нам очень странным миром, если мы обратим внимание на то обстоятельство, что экватор этой планеты наклонен к плоскости его орбиты на  $98^\circ$ . Это значит, что он вращается вокруг своей оси не в том направлении, как все остальные планеты солнечной системы.

Вместе с тем Уран вращается как бы «лежа на боку», и поэтому смена времен года там происходит удивительным образом. На полюсах этой планеты ночь тянется 42 года и 42 года — день, в течение которого Солнце, появившись из-за горизонта, не заходит, но поднимается вверх, пока за 21 год не заберется так высоко, что будет стоять прямо над головой наблюдателя. Дни, в течение которых Солнце там не заходит, делая круги над горизонтом, бывают почти во всех местах этой удивительной планеты. Вследствие таких странных условий освещения Урана климатические изменения на его поверхности нам трудно себе даже представить.

Звездное небо имеет на Уране тот же вид, что и на Земле, но зато планетный мир выглядит совершенно иначе. Меркурий, Венера и Земля там совер-

СОЛНЦЕ КАК ОНО ВИДНО С ПЛАНЕТ

МЕРКУРИЯ



НЕПТУНА



УРАНА



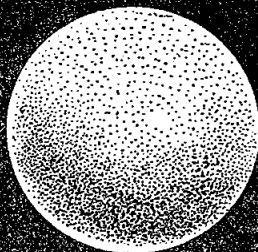
САТУРНА



ЮПИТЕРА



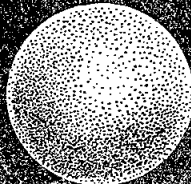
ВЕНЕРЫ



МАЛЫХ  
ПЛАНЕТ



ЗЕМЛИ



МАРСА

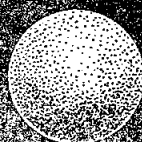


Рис. 105. Сравнительная величина Солнца, видимого с различных планет.



шенно неизвестны; наша маленькая планета не только не может быть видна простым глазом на таком дальнем расстоянии, но она постоянно погружена в лучи Солнца, от которого она никогда не удаляется больше чем на  $3^\circ$ , и это еще больше мешает видеть ее с Урана без помощи телескопа.

Итак, жители Урана не имеют, может быть, представления ни о нас, ни о нашей планете, которая остается не известной для всей беспредельной вселенной, начинающейся за Ураном. С этой планеты не виден также и Марс и даже сам Юпитер; Сатурн имеет вид слабой звездочки, которая появляется на короткое время в лучах зари то утром, то вечером.

Теплота, получаемая Ураном от Солнца, в 368 раз меньше той, которую получаем мы, значит, тут царит такой страшный холод, в сравнении с которым морозы наших полярных стран кажутся тропическим зноем.

Диаметр Солнца, видимого с Урана, равняется  $1'4''$ , то есть 1 260 наших Лун в момент полнолуния дали бы свет как раз той яркости, какую имеет солнечный свет на Уране.

На рис. 105 показано, каким образом изменяется видимая величина Солнца на различных планетах.

Обитаем ли Уран? Есть ли на нем люди, похожие на нас? Писатель Фонтенель отвечал на это утвердительно. Считая всех жителей Меркурия сумасшедшими по причине их крайней впечатлительности и живости, обусловленной близостью Солнца, Фонтенель полагал, что обитатели Сатурна и Урана принадлежат к числу самых тяжеловесных флегматиков. «Это такие люди, — говорил этот писатель, — которым смех совершенно неизвестен; ответ на самый обыкновенный вопрос, обращенный к ним, они дают только на другой день».

Не пускаясь в догадки относительно того, каким характером должны отличаться жители Урана, заметим только, что дальность расстояния его от Солнца сама по себе не может еще служить непреодолимым препятствием к проявлению жизни на его поверхности.

Однако природа Урана напоминает, по видимому, природу Юпитера и Сатурна — миров, на которых условия для развития жизни нам кажутся мало благоприятными.



## Нептун

Эта планета, удаленная от нас на  $4\frac{1}{2}$  тысячи миллионов километров, была открыта с помощью математических вычислений, основанных на неизменных законах, которые управляют движениями небесных светил.

Обсерватории всегда составляют для надобностей теоретической и практической астрономии таблицы положений светил на небе, зная наперед, где они будут находиться в тот или другой момент. Бувар, один из парижских астрономов, составляя в 1820 году таблицы положений Юпитера, Сатурна и Урана, заметил, что для первых двух планет вычисления как нельзя лучше согласуются с наблюдениями, тогда как по отношению к Урану теория расходится с практикой. Разница между вычисленными положениями Урана и наблюдаемыми достигала  $20''$ . На этом основании многие астрономы (Бувар, Медлер, Бессель, Араго и др.) высказали предположение, что все эти неправильности в движении Урана, или возмущения, по всей вероятности, вызваны влиянием какой-нибудь не известной нам планеты.

Если бы планеты находились исключительно под влиянием притяжения Солнца, то они описывали бы около него правильные эллипсы; но эти небесные тела влияют друг на друга и даже на центральное светило вследствие взаимного притяжения; вследствие этих влияний и происходят так называемые возмущения.

Ход этих возмущений с течением времени легко рассмотреть на рис. 106. С 1781 по 1822 год Нептун находился впереди Урана и, действуя на него притягательным образом, ускорял его движение по орбите; затем с 1823 года он начинает отставать от Урана и, продолжая притягивать его к себе, этим самым замедляет его движение. Это, конечно, было только предположение; чтобы проверить его, Араго предложил решение этой проблемы молодому ученому — математику и астроному — Леверье.

Леверье был твердо уверен, что неправильности в движении Урана обусловлены притягательным действием неизвестной планеты, и горячо принялся за дело. Для облегчения своих вычислений он принял соотношение Тициуса, астронома, впервые заметившего еще в XVIII столетии, что между расстояниями различных планет существует очень простое соотношение. Если написать ряд чисел, из которых одно больше другого в 2 раза, кроме первого, которое равняется нулю:

0,      3,      6,      12,      24,      48,      96,      192,

и затем к каждому числу прибавить 4, то полученные цифры довольно точно будут выражать относительные расстояния различных планет от

Солнца, причем расстояние от Земли до Солнца принимается условно равным 10.

Таким образом, ряд:

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196,

представляет приблизительное соотношение между расстояниями планет от Солнца.

В самом деле, если число 10 мы примем за действительное расстояние Земли от Солнца, то истинные расстояния планет от центрального светила выразятся следующим образом:

Меркурий	Венера	Земля	Марс	Астероиды	Юпитер	Сатурн	Уран
3,9	7,2	10	15,2	20—35	52	95	192

Продолжая дальше этот ряд чисел, Лаверье вычислил расстояние предполагаемой планеты от Солнца, а также определил положения, которые она должна была занимать на своей орбите, для того чтобы своим притяжением произвести изменения в движении Урана, соответствующие наблюдениям.

Сделав эти вычисления, Лаверье стал проверять их, то есть принялся определять орбиту Урана, принимая во внимание вычисленные возмущения; оказалось, что все положения Урана, которые раньше казались непонятными, получили очень простое объяснение: разница между теорией и наблюдением не превышала  $5''$ ,4.

31 августа 1846 года Лаверье в докладной записке, представленной Парижской академии наук, заявил, что искомая планета должна находиться под  $326^\circ$  долготы в  $5^\circ$  к востоку от звезды дельта Козерога.

18 сентября Лаверье в письме, адресованном к Галле, директору Берлинской обсерватории, которая тогда обладала лучшими звездными картами, просил этого астронома проверить его вычисления и в указанном месте поискать вычисленную планету.

Галле получил письмо 23 сентября; пользуясь прекрасной погодой, он в тот же вечер направил трубу на указанную точку неба и тотчас же увидел звезду, которая на карте не была отмечена, она имела явственно различимый планетный диск и находилась под  $327^\circ 24'$  долготы, а, согласно вычислению, она должна была бы находиться под  $326^\circ 32'$ , — долгота была определена с точностью до  $1'$

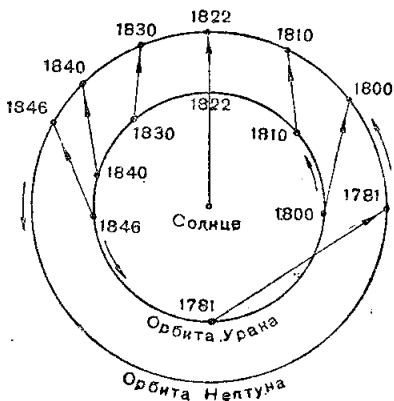


Рис. 106. Взаимные положения Урана, Нептуна и направления, по которым Нептун притягивает к себе Уран.

Это открытие принадлежит к числу самых блестящих. Оно имеет чрезвычайно важное значение с философской точки зрения, доказывая точность и истинность тех основ, на которых зиждется научная астрономия.

Интересно то обстоятельство, что сам Лаверье не любопытствовал даже навести трубу на ту точку неба, где, по его вычислениям, должна была находиться таинственная планета: это был астроном-математик, для которого вся вселенная состояла из уравнений и формул, основанных на теории тяготения.

При ближайшем знакомстве с новооткрытой планетой оказалось, что вычисленные для нее расстояния и время обращения далеко не соответствовали действительности, в чем каждый может убедиться из прилагаемой таблицы. Согласно ряду Тициуса, следующая за Ураном планета должна находиться, если принимать расстояние Земли от Солнца равным 10, на расстоянии  $192 \times 2 + 4 = 388$  единицам, а с поправкой, введенной Лаверье, — 361,5, что в действительности не оправдалось.

	Вычисленные данные по Лаверье	Истинные данные
Расстояние Нептуна от Солнца (в единицах расстояния Земли от Солнца) . . . . .	36,15	30,07
Время обращения . . . . .	217 лет 140 дней	164 года 281 день
Эксцентриситет орбиты . . . . .	0,108	0,009
Долгота перигелия . . . . .	284°	44°
Масса планеты по сравнению с мас- сой Солнца . . . . .	1 : 9 300	1 : 19 300

Эти два ряда так не похожи один на другой, что можно подумать, что они относятся к разным планетам, не имеющим между собой ничего общего. Можно ли на этом основании утверждать, что Лаверье не открыл Нептуна? Разумеется, нет! Вся разница зависит от принятого произвольно расстояния — 36,15 вместо 30,07. Для решения вопроса о силе возмущающих влияний неизвестной планеты надо было либо считать известным расстояние и на этом основании вычислить массу искомого тела или, наоборот, — задаться величиной его массы и потом вычислить расстояние. Но каким же образом случилось, что местонахождение никому не известной планеты было предсказано с такой удивительной точностью? Да просто потому, что положение этой планеты не находилось, собственно говоря, в зависимости от вычисленной орбиты. Стоит только взглянуть на рис. 106, чтобы заметить тотчас же, что Нептун независимо от своей орбиты, своего расстояния и массы находился до 1822 года впереди Урана, а начиная с этого года — позади него.

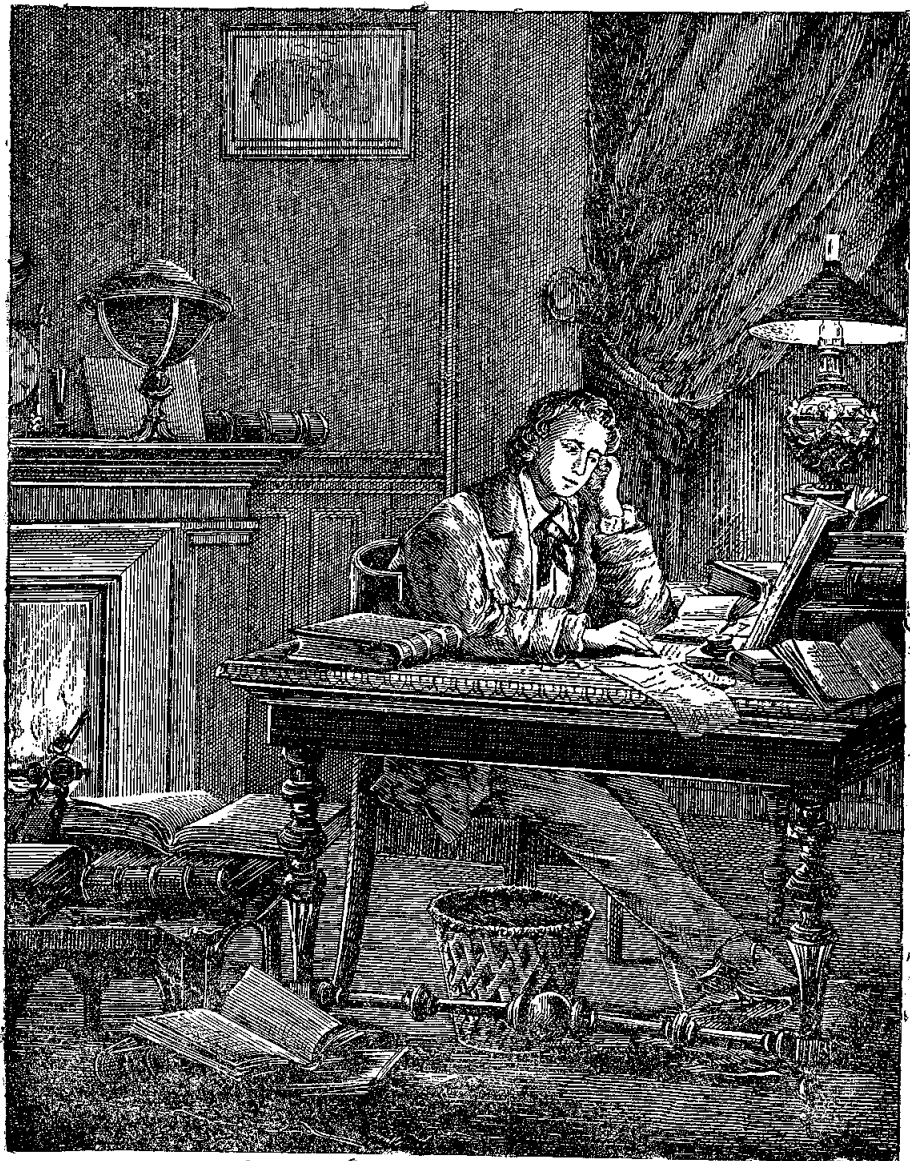


Рис. 107. Лаверье открывает планету Нептун.

Положение Нептуна прямо указывалось геометрически, благодаря то ускоренному, то замедленному движению Урана. Вот почему долготу неизвестной планеты можно было определить почти совершенно точно.

Справедливость требует сказать, что почти за целый год до открытия Леверье, именно в октябре 1845 года, один молодой человек, едва окончивший Кембриджский университет, по имени Адамс, занимался той же проблемой, что и Леверье, и пришел почти к тем же самым результатам, что и французский ученый. Свои вычисления Адамс передал директору Гринвичской обсерватории, но тот не только не обнародовал работы своего соотечественника, но даже не дал себе труда проверить с помощью телескопа окончательные выводы, к каким пришел даровитый студент.

Нептун имеет вид звезды восьмой величины. Расстояние его от Солнца равняется, согласно новейшим определениям, 4 494 миллионам километров.

Диаметр Нептуна почти в 4 раза больше диаметра Земли, а по объему он в 60 раз больше нашей планеты. Плотность его составляет 0,3 плотности Земли, а сила тяжести мало чем разнится от той, которая господствует у нас.

Полный оборот вокруг Солнца Нептун делает в 164 года 281 день.

Во сколько времени эта самая удаленная от нас планета совершает свое суточное вращение вокруг оси, мы не знаем; это вращение должно быть во всяком случае очень быстрым, напоминая по своей скорости суточное вращение Юпитера, Сатурна и Урана. Скорость вращения Нептуна вокруг оси в точности только тогда будет определена, когда мы будем обладать более совершенными оптическими инструментами, с помощью которых удастся рассмотреть какие-нибудь подробности на маленьком бледном диске далекой планеты<sup>1</sup>.

Спектроскопическими исследованиями доказано, что на Нептуне существует атмосфера, которая по составу образующих ее газов имеет поразительное сходство с атмосферой Урана.

Количество теплоты, получаемой Нептуном от Солнца, очень незначительно. Диаметр Солнца, рассматриваемый с Нептуна, в 30 раз, а поверхность в 900 раз меньше, чем кажется нам на Земле, поэтому Нептун и получает в 900 раз меньше тепла и света, чем наша планета.

Несмотря на такие непривлекательные условия существования, мы все-таки не имеем права утверждать, что при таких условиях жизнь там не может развиваться, хотя условия для жизни на этой планете еще менее благоприятны, чем на Уране.

Само собой разумеется, что с Нептуна нас не могут видеть, как не могут видеть Венеру, Марса и Юпитера. Даже Сатурн имеет вид незначительной звезды, которая отклоняется от Солнца не больше как на 18°.

Как только сделалось известным существование Нептуна, Лассель —

---

<sup>1</sup> В 1928 году спектроскопическими исследованиями установлено, что время вращения Нептуна вокруг своей оси (или его сутки) равно 16 часам. — *Прим. ред.*

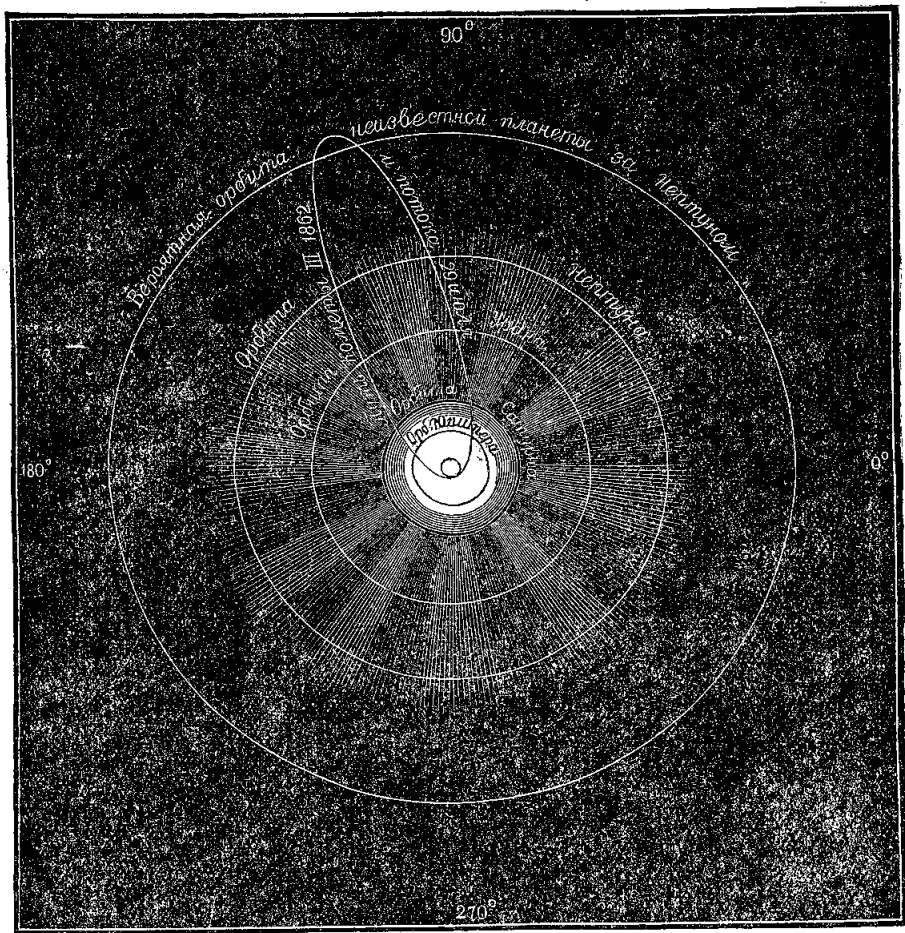


Рис. 108. За орбитой Нептуна существует, вероятно, еще одна планета...

английский астроном — открыл в 1895 году у этой планеты спутника. Спутник Нептуна, который остался безыменным, отстоит от него на расстоянии 353 700 километров и обращается около него в 5 дней 21 час. По всей вероятности, Нептун имеет еще несколько спутников, которые пока нам не известны.

Очень вероятно, что и за Нептуном есть еще планета, которую удастся открыть только тогда, когда движение Нептуна по орбите будет изучено так хорошо, что в нем начнут находить возмущения, подобные тем, которые наблюдались в перемещении Урана по его орбите.

Можно заранее сказать, что эта неизвестная отдаленная планета должна быть звездой двенадцатой величины и двигаться почти вдвое медленнее, чем Нептун.

Расстояние ее от Солнца можно и теперь указать с приблизительной точностью, исходя из следующего соображения: замечено, что все периодические кометы имеют свои афелии вблизи орбит различных планет, которые оказывают на них притягательное действие. Но третья комета 1862 года, кружась по своей эллиптической орбите, имеет свой афелий в точке, которая в 48 раз дальше от Солнца, чем Земля. Отсюда следует, что должна существовать большая планета, орбита которой лежит на расстоянии около 7 тысяч миллионов километров от Солнца и время обращения которой вокруг центрального светила должно составлять 330 лет<sup>1</sup>.

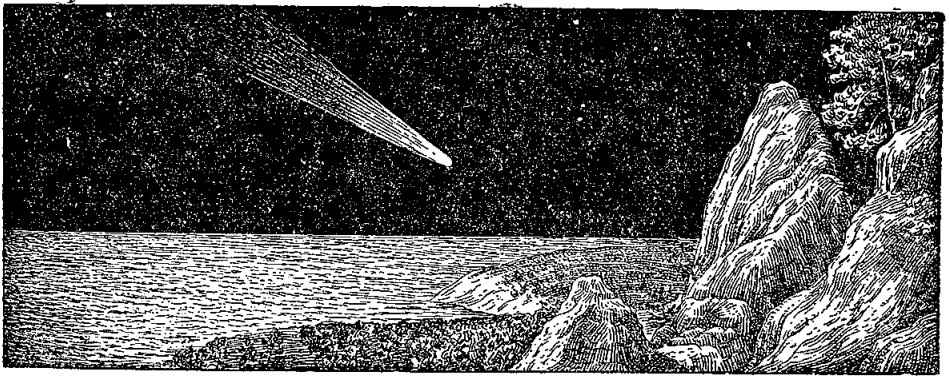
Мы теперь дошли до крайних владений солнечной системы, дальше начинается безбрежное царство звездных миров. Но прежде чем отправиться к ним, мы остановимся немного на кометах, но постараемся, чтобы эти удивительные небесные светила не задержали нас слишком долго.

---

<sup>1</sup> Что сказали по поводу этого позднейшие исследования, — смотри в дополнениях к этой книге. — *Прим. ред.*







Часть пятая

## КОМЕТЫ И МЕТЕОРЫ

---

ГЛАВА I

Кометы в истории человечества

**И**з всех небесных светил кометы больше всего поражают воображение людей. С давних времен во всех странах, у всех народов странный, таинственный вид внезапно появившегося светила с громадным блестящим хвостом, раскинувшимся по небу, производил впечатление грозной, страшной силы, сулящей ряд больших народных бедствий.

Комета, появившаяся в 371 году до нашей эры и описанная Аристотелем, предвещала, по мнению Диодора Сицилийского, падение Лакедемона; в 400 году нашей эры, как передают историки Созомен и Сократ, над Константинополем сияла яркая комета, имевшая вид меча, и как будто косну-

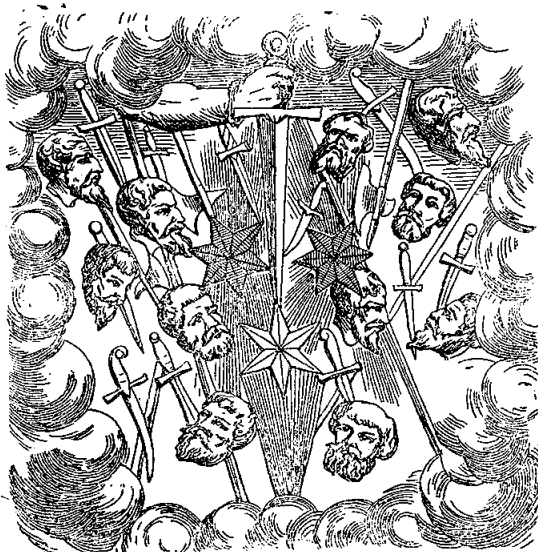


Рис. 109. Вот что от страха некоторые люди видели в комете 1528 года.

лась города, что было якобы началом великих несчастий, постигших этот город.

В 1456 году, три года спустя после того, как он был завоеван турками, когда феодалы Европы находились еще под свежим впечатлением удара, нанесенного их последнему оплоту на Востоке,—вдруг в июне этого года появилась на небе гигантская комета. Хвост ее покрывал два созвездия, то есть около  $60^\circ$ , и имел вид яркого волнующегося пламени. Для жрецов Востока и Запада эта комета была знамением небесной кары, ожидающей людей; магометанские муллы утверждали, что она имеет форму креста, а христианские поны видели в ней изображение ту-репского ятагана.

Папа Калликст III, чтобы предотвратить грозящую беду, издал приказ, предписывающий всем церквям ежедневно произносить молитвы, в которых и комета и турки предавались проклятию.

Средневековые писатели дают чрезвычайно фантастические описания комет; они называются у них огненными мечами, горящими кинжалами, кровавыми крестами, драконами, змеями с чудовищной пастью и т. д. Известный хирург Амбруаз Парэ следующим образом характеризует комету, появившуюся в 1528 году:

«Эта комета своим страшным видом повергла в великое смятение весь народ и произвела такую тревогу в сердцах людей, что некоторые умирали от страха, а другие заболели. Это было светило необыкновенной длины и кровавого цвета; у основания его виднелась рука, сжимавшая длинный огненный меч, острие которого окружали три звезды. По обе стороны грозного светила были разбросаны мечи, ножи, кинжалы, обгащенные кровью, среди которых виднелись страшные человеческие лица с выпученными глазами и дыбом торчащими волосами».

Видя такие ужасы на небе, многие пришли к убеждению, что скоро должен наступить конец мира, и на этом основании отказывали все свое имущество монастырям, упуская из виду, что если мир должен погибнуть, то монастыри не могут избежать общей участи. Но монахи,

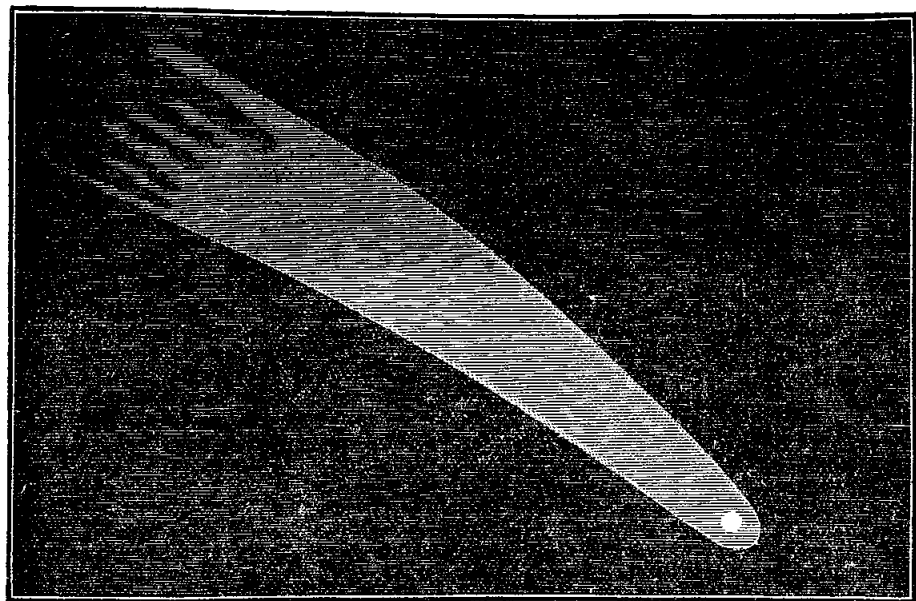


Рис. 110. Большая комета 1811 года.

повидимому, не унывали: они очень охотно принимали все, что им приносили.

Знаменитая комета 1680 года произвела большую панику в Европе как среди католиков, так и среди протестантов, турок и евреев. Даже известный математик Бернулли не мог освободиться от господствующих предрассудков: он заявил, что сама комета не является знамением небесного гнева, но таким знамением мог бы быть ее хвост!

Ученый поп Уистон приписывал влиянию этой кометы всемирный потоп, пытаясь доказать это произвольными математическими вычислениями.

Но зачем нам заходить так далеко, — и в XIX веке можно найти примеры странного суеверия, распространенного в обществе относительно комет, этих загадочных посетительниц нашего неба.

Так, французский астроном Дамуазо вычислил, что комета Биэлы должна появиться 29 октября 1832 года около полуночи, причем на своем пути она пересечет орбиту Земли. Это предсказание было подхвачено газетами и журналами; они произвольно заключили, что комета должна столкнуться с Землей, которая вследствие этого разлетится на тысячу кусков.

Публика заволновалась: гибель Земли казалась всем неизбежной и неопредотвратимой, так что астроном Араго, чтобы успокоить умы, написал

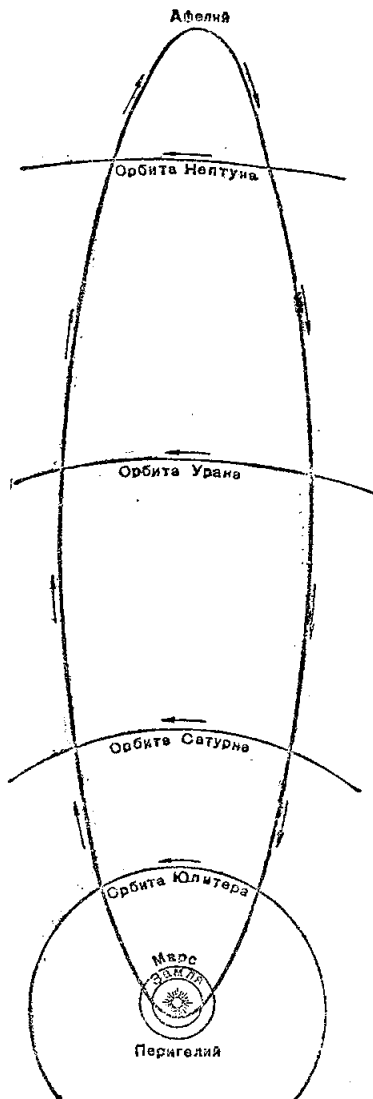


Рис. 141. Орбита Галлеевой кометы.

статью, опровергающую ложные слухи; он доказывал с цифрами в руках, что комета, правда, пройдет через орбиту Земли, но только на расстоянии 75 миллионов километров от нас.

В 1857 и 1872 годах повторилась та же история, — те же слухи, те же опасения стали циркулировать в обществе, с беспокойством ожидавшем возвращения кометы.

Как объясняли себе древние природу комет? Греческие философы — Аристотель и другие — смотрели на них, как на испарения Земли, воспламенившиеся в огненной атмосфере неба; римские писатели, как, например, Овидий, видели в кометах души великих людей, удаляющиеся в надзвездные края. Только один Сенека восстал против этих фантастических толкований, пророчески заявив, что кометы движутся правильно по путям, предначертанным природой. Взгляд Сенеки, гениально угадавшего истину, получил научное обоснование только 17 веков спустя, когда Галлей принял за решение таинственной проблемы.

На основании своих исследований этот ученый пришел к заключению, что кометы 1680, 1607 и 1531 годов — это одно и то же светило, и создал, таким образом, гипотезу о периодическом появлении комет. Галлей, принимая во внимание притягательное действие планет, вычислил, что комета должна снова появиться в конце 1758 или в начале 1759 года.

Французский астроном Клеро взялся за более точное определение времени ее появления: после продолжительных вычислений он заявил, что комета вернется приблизительно в средних числах апреля 1759 года, заметив при этом, что это может случиться на месяц раньше или на месяц позже.

Действительно, комета прилетела и приблизилась к небу. Комета прошла на

наименьшем расстоянии от Солнца 12 марта 1759 года, всего лишь на 22 дня раньше срока, который в конце концов ей поставил Клеро. Впервые комету заметил немецкий крестьянин Палич еще в декабре 1758 года, когда она была еще далеко и от Земли и от Солнца. Чудесное и таинственное, окутывавшее так долго загадочные светила, стало рассеиваться: комета Галлея, оправдавшая научное предсказание, открыла собой новую эру в астрономии.

Это предсказание действительно достойно удивления, если принять во внимание, что в то время границей солнечной системы служил Сатурн, Уран и Нептун были совершенно неизвестны. Какой смелостью мысли нужно было обладать, чтобы отбросить афелий кометы далеко за пределы орбиты Нептуна, о котором никто не имел ни малейшего представления! Орбита Галлеевой кометы теперь в точности известна: она совершила полный оборот около Солнца за время с 1759 по 1875 год и вернулась к нам снова в 1910 году. Таким образом, кометы вышли, наконец, из области сказочного и чудесного и стали достоянием науки.



Движение комет в пространстве

Орбиты комет. — Периодические кометы.

Благодаря многочисленным исследованиям, произведенным в области кометного мира, мы теперь знаем, что кометы, подобно планетам, обращаются около Солнца, но по орбитам, имеющим вид очень растянутых эллипсов.

Кометы, кроме того, во многих отношениях отличаются от планет:

1. Своим внешним видом. Характерный признак кометы — это ее хвост, который иногда тянется на огромное расстояние.

2. Наклоном своей орбиты. Орбиты комет бывают наклонены к плоскости эклиптики под самыми различными углами, вплоть до прямого, тогда как планеты движутся либо в плоскости эклиптики, либо под небольшим наклоном к ней.

3. Направлением своего движения. Все планеты движутся в одну и ту же сторону; кометы, наоборот, мчатся — одни вперед, другие назад.

Кометы, повидимому, имеют другое происхождение, чем планеты. Кометы носятся по безбрежным небесным пространствам и, подойдя на близкое расстояние к Солнцу, попадают в сферу его притяжения, тогда они начинают кружиться вокруг центрального светила.

Каждая комета состоит из блестящей точки и туманного вещества, которое тянется в виде светлой полосы, известной под названием хвоста. Блестящая точка в комете называется ее ядром, а та часть туманного вещества, которая непосредственно примыкает к ядру, составляет «кому», все же вместе — ядро и кома — называется головой кометы.

Кометы вообще не походят одна на другую. Некоторые из них являются с великолепным хвостом, у других — хвост короткий и бледный.

Иногда они имеют несколько хвостов, но многохвостые кометы, у которых светящаяся полоса расходится веером, встречаются очень редко. Гораздо чаще попадаются

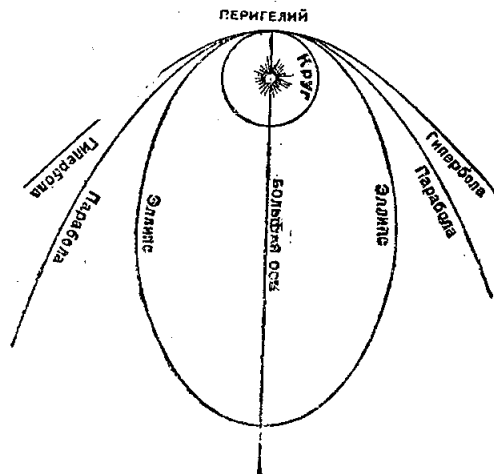


Рис. 112. Формы кометных орбит.

такие, которые совсем лишены хвоста, имеют вид небольшого блестящего облака или мерцающей в тумане звездочки.

Очень многие кометы — можно сказать, значительное большинство их — отличаются такими малыми размерами и такой малой яркостью, что их можно разглядеть только в сильные телескопы.

Кометы, как мы уже заметили, движутся по очень растянутым эллипсам, некоторые из них движутся по параболам. Чтобы представить себе, что такое парабола, начертим эллипс и будем удалять один из его фокусов вдоль главной оси. Эллипс будет все больше и больше растягиваться, по мере того как его фокус будет все дальше и дальше двигаться от своего первоначального положения.

Если мы вообразим теперь, что фокус отодвинут на бесконечно большое расстояние, то, очевидно, ветви эллипса никогда не сомкнутся или, вернее говоря, сомкнутся в бесконечности. Эта кривая, замыкающаяся в бесконечности, и называется параболой.

Путь кометы подвержен многим колебаниям и изменениям. На комету можно смотреть, как на уплотнившееся туманное вещество, блуждающее по бесконечным небесным пустыням от одной солнечной системы к другой. Попадая в наши владения, эта туманность, или комета, испытывая притяжение светила, начинает лететь к нему навстречу с невероятной быстротой.

Если бы вся солнечная система состояла только лишь из одного Солнца, то комета, подойдя к нему по одной ветви параболы, обогнула бы его и стала двигаться по другой ветви параболы, удаляясь в бесконечность.

Но комета, попадая в царство солнечной системы, испытывает изменение в своей скорости благодаря близости планет; эта скорость то увеличивается, то уменьшается, смотря по тому, какие планеты попадутся на пути блестящей путешественницы и на каком расстоянии от них она пройдет. Если благодаря совокупным планетным влияниям скорость кометы повышется, то комета с еще большей скоростью, чем раньше, будет мчаться мимо Солнца и, обойдя его, уйдет в бесконечное пространство, чтобы никогда не вернуться к нам назад. Замедление в движении кометы вызовет то, что ее параболическая орбита изменится в эллиптическую, более или менее растянутую, и тогда комета начнет обращаться вокруг Солнца в правильные промежутки времени, делаясь, так сказать, одним из членов великой солнечной семьи.

Гигант Юпитер чаще других планет «ловит» кометы, то есть заставляет

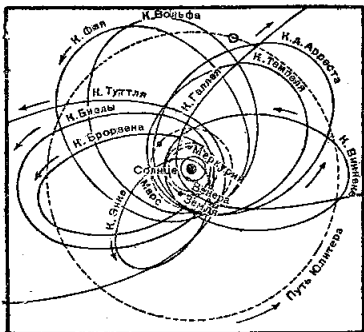


Рис. 113. Орбиты девяти комет, захваченных в плен Юпитером.

их двигаться по эллиптическим путям вокруг Солнца. Так, этот колосс нашей системы взял в плен несколько десятков комет, Уран — две, Сатурн — одну, и т. д. К этому заключению пришли на основании следующих соображений: известные нам периодические кометы делятся на три группы: в первой из них расстояние в афелии составляет 4—6 радиусов земной орбиты, во второй — приблизительно 10,45, в третьей — 33—35.

Этим расстояниям в точности соответствуют орбиты трех планет: Юпитера, расстояние которого от Солнца колеблется в пределах 4,9—5,5, Сатурна — с расстоянием в 9—10,1 и Нептуна — 29,8—30,3.

Такое совпадение в расстояниях кометных и планетных орбит не может быть случайным. Планеты, очевидно, притянули к себе кометы и заставили их вращаться между собой и Солнцем. Вот почему вблизи того места, где находится афелий кометы, отстоящей от Солнца на расстоянии 48 радиусов земной орбиты, и можно предполагать существование неизвестной планеты, которая обращается вокруг Солнца в период, измеряемый несколькими столетиями.

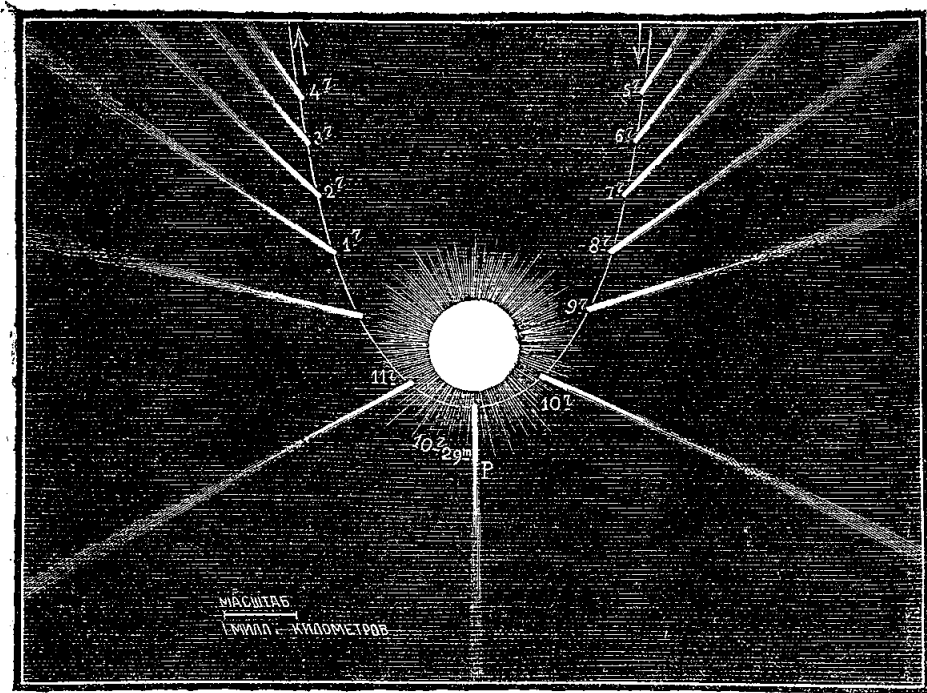


Рис. 144. Комета обигает Солнце 27 февраля 1843 года в 22 часа 10 мин.



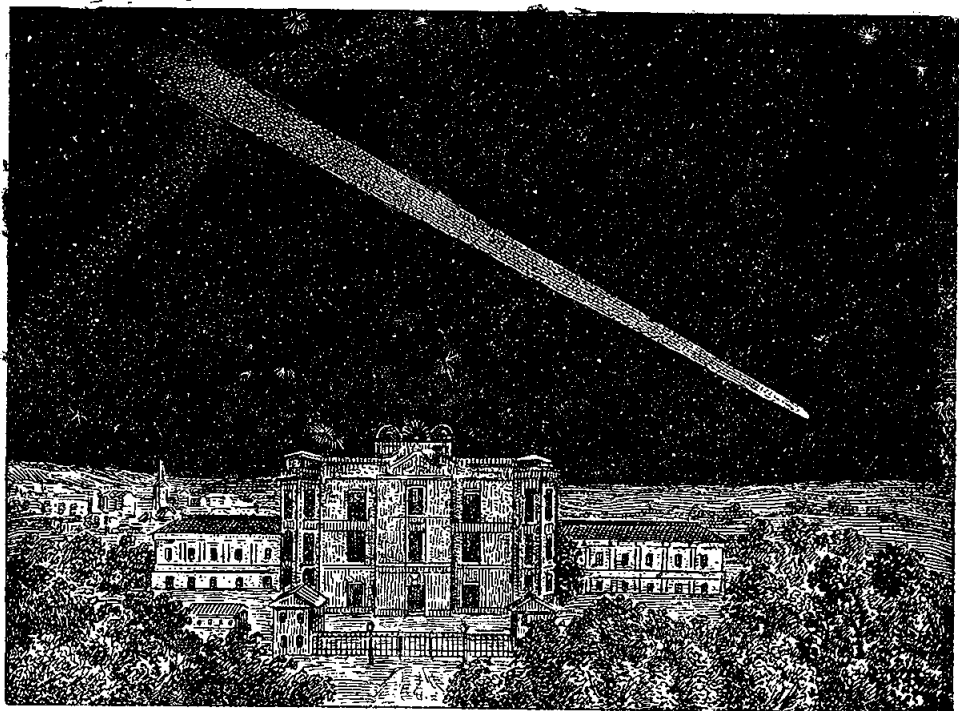


Рис. 115. Большая комета 1843 года.

Кометы, сделавшиеся постоянными членами солнечной системы и возвращающиеся в правильные промежутки времени, называются периодическими.

По вычислениям Галлея, комета 1680 года являлась уже раньше, именно в 1106 году нашей эры, затем в 531 году, в 43 году до нашей эры — в год смерти Юлия Цезаря. (Римляне считали ее обоготворенной душой этого знаменитого диктатора.) Далее, она появлялась в эпоху разрушения Трои, и еще раньше, именно во время сказочного библейского потопы, — обстоятельство, подавшее повод Уистону утверждать с серьезной наивностью, что причиной потопы, в существование которого он верил, была именно эта злонолучная комета.

8 декабря 1680 года комета эта чрезвычайно близко подошла к Солнцу, именно обогнула его на расстоянии 900 тысяч километров и, несмотря на ужасный жар, которому она подвергалась, не только не сгорела, не испарилась, но даже ни на секунду не была остановлена в своем движении сопротивлением вещества солнечной короны. Правда, скорость, развитая

в это время кометой, была невероятно велика: она пролетала около 500 километров в секунду.

Комета 1827 года, открытая астрономом Биэлой, имеет очень любопытную историю. Она оказалась тождественной с той, которая появлялась в 1772 и 1805 годах; возвращение ее в 1832 году, вычисленное заранее, и наделало тот переполох во Франции, о котором мы упоминали в прошлой главе. Затем она попрежнему продолжала появляться в правильные промежутки времени, через каждые  $6\frac{1}{2}$  лет, — так, ее видели в 1839 и 1845 годах. Но в этот последний год с ней случилось нечто необычайное: комету увидели на небе впервые 26 ноября, а 13 января 1846 года, то есть через  $1\frac{1}{2}$  месяца, она, к величайшему изумлению всех наблюдателей, раскололась надвое! Образовались две кометы, каждая из них имела свое ядро, голову и хвост; сначала эти сестры-близнецы держались близко одна к другой, но затем расстояние между ними стало постепенно увеличиваться. Когда они появились снова в 1852 году, промежуток между ними разросся почти до 2 миллионов километров. В этом году комету Биэлы видели в последний раз: больше она к нам не заглядывала.

Время ее обращения вокруг Солнца составляло  $6\frac{1}{2}$  лет, поэтому ее ждали в гости к нам в 1859, 1866 и 1872 годах. Но она обманула всеобщие ожидания и не вернулась. Астрономы решили, что комета Биэлы погибла: с ней, вероятно, случилось какое-нибудь роковое несчастье и комета перестала существовать на свете. О ней забыли уже думать, как вдруг вечером 27 ноября 1872 года на Землю хлынул настоящий ливень падающих звезд. Это выражение нисколько не преувеличено: на небе кто-то как будто зажег грандиозный фейерверк, огненные ленты во множестве бороздили темную синеву небосклона, мелькали ослепительно яркие световые брызги, напоминающие беззвучные взрывы фейерверка. Эта роскошная небесная иллюминация продолжалась с 7 часов вечера до часу ночи.

В Римской обсерватории за это время насчитали 13 892 звезды, в Монкальери — 33 400, в Англии один наблюдатель сосчитал 10 579 звезд, и т. д. В общем число их оказалось около 160 тысяч.

Все они вылетали из одной и той же точки неба, лежащей вблизи звезды гаммы в созвездии Андромеды.

Этот огненный дождь был вызван встречей Земли с мириадами мелких тел, которые двигались на орбите кометы Биэлы. Сама комета, если бы она существовала еще, должна была пересечь орбиту Земли 12 неделями раньше. Таким образом, мы повстречались только с обломками кометы, рассыпанными по ее пути; подобная же встреча произошла в ноябре 1885 года, в тот момент, когда Земля пересекла орбиту Биэлы; великолепный фейерверк падающих звезд был виден тогда во всей Европе.

Комета 1843 года также весьма интересна. Она подошла к Солнцу гораздо ближе, чем Галлеева комета, именно на расстояние всего лишь 120 тысяч километров от раскаленной поверхности центрального светила.

Мы видели выше, что солнечная хромосфера выбрасывает огненные

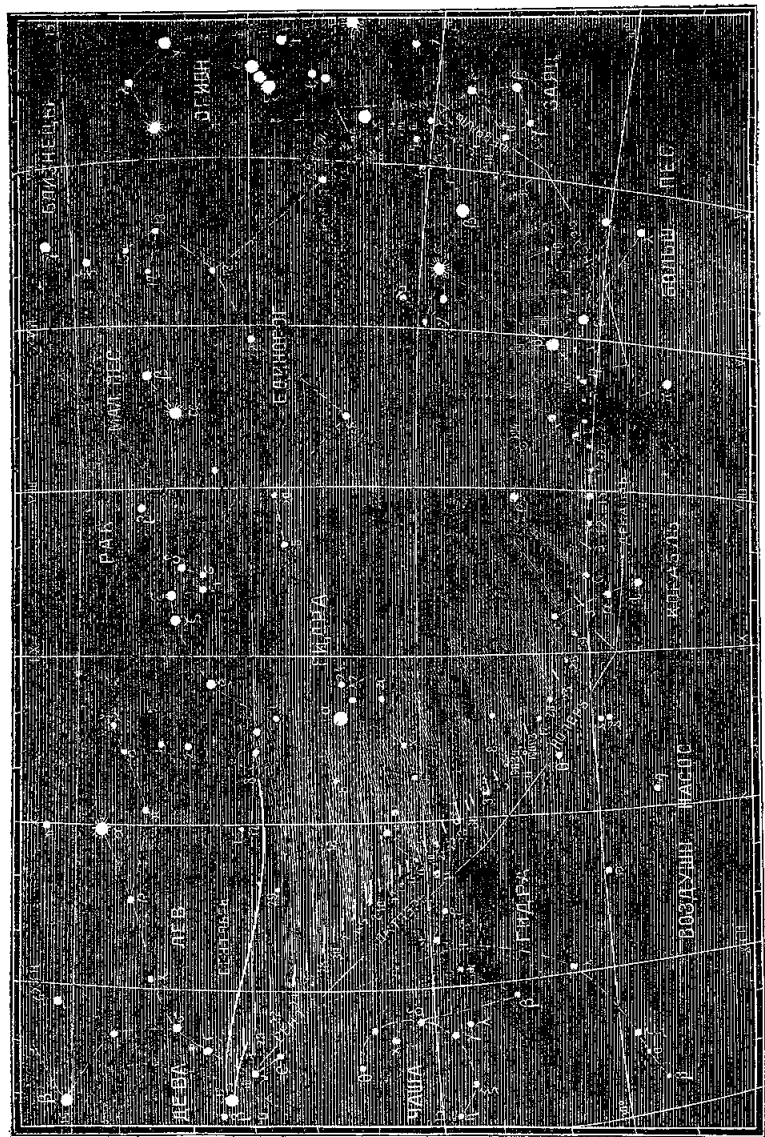


Рис. 116. Перемещение большой кометы 1882 года среди созвездий.

потоки, высота которых доходит до 300 тысяч километров. Эта небесная бабочка, так неосторожно приблизившаяся к гигантскому очагу, должна была неизбежно погибнуть в нестерпимо-горячем пламени, температура которого достигает нескольких тысяч градусов, а между тем она выскочила из огненной атмосферы как ни в чем не бывало и продолжала свой путь, как если бы ничего ровно не случилось. Это произошло 27 февраля 1843 года, в 10 ч. 10 м. вечера по парижскому времени.

На рис. 114 изображен опасный момент прохождения кометы через перигелий. Комета мчалась тогда с быстротой 550 тысяч метров в секунду; с какой скоростью летел в это время конец ее хвоста, который имел в длину более 3 тысяч миллионов километров и ни на секунду не расставался с головой кометы, об этом мы не можем составить себе даже приблизительного понятия.

Перелетев благополучно сквозь невообразимо-горячую атмосферу Солнца в своем перигелии, огромная комета стала удаляться от Солнца, постепенно замедляя скорость своего движения; в своем величественном беге она прошла мимо Меркурия, Венеры и Земли и, продолжая свой путь, скрылась из виду в безбрежном океане неба.

Орбита кометы была определена на основании той ошеломляющей скорости, с какой эта небесная искательница приключений обогнула солнечное полушарие, обращенное к ее перигелию. Вычислено, что весь свой путь она пробежит в 376 лет, в 2301 году она будет находиться в афелии, и в этот момент она будет отстоять от Солнца в 104 раза дальше, чем Земля; затем комета начнет свое обратное путешествие и снова приблизится к Солнцу в 2219 году; весьма возможно, что тогда она не так счастливо отделается, как в 1843 году, а погибнет в пламени солнечного горна. Такова участь многих комет.

Большие кометы 1880, 1882 и 1887 годов как по своему внешнему виду, так и по своей величине поразительно похожи на описанную выше. Комета 1882 года, путь которой обозначен на рис. 116, пролетела через солнечную хромосферу 17 сентября с быстротой 480 тысяч метров в секунду.

Великолепная комета 1811 года могла бы рассказать нам много любопытного. В предыдущий раз она появилась более 3 тысяч лет назад, когда греки вели прославленную Гомером Троянскую войну; до того она приближалась к Земле в 4320 году до нашей эры, когда в Египте тысячи смуглых рабов, подбодраемых к работе ударами плетей, воздвигали громадные пирамиды. В 7400 году до нашей эры она видела орды свирепых кочевников, громивших Китай под предводительством начальников, развезжавших на слонах. В 10450 году до нашей эры она была свидетельницей дикой борьбы, которую вели между собой люди, вооруженные каменными топорами и копьями. За несколько своих оборотов перед тем, то есть 50—100 тысяч лет назад, эта комета могла видеть, как по Земле расхаживали какие-то странные существа, очень похожие на крупных обезьян, которые ходили несколько прямее и отличались менее густой шерстью, чем эти последние.

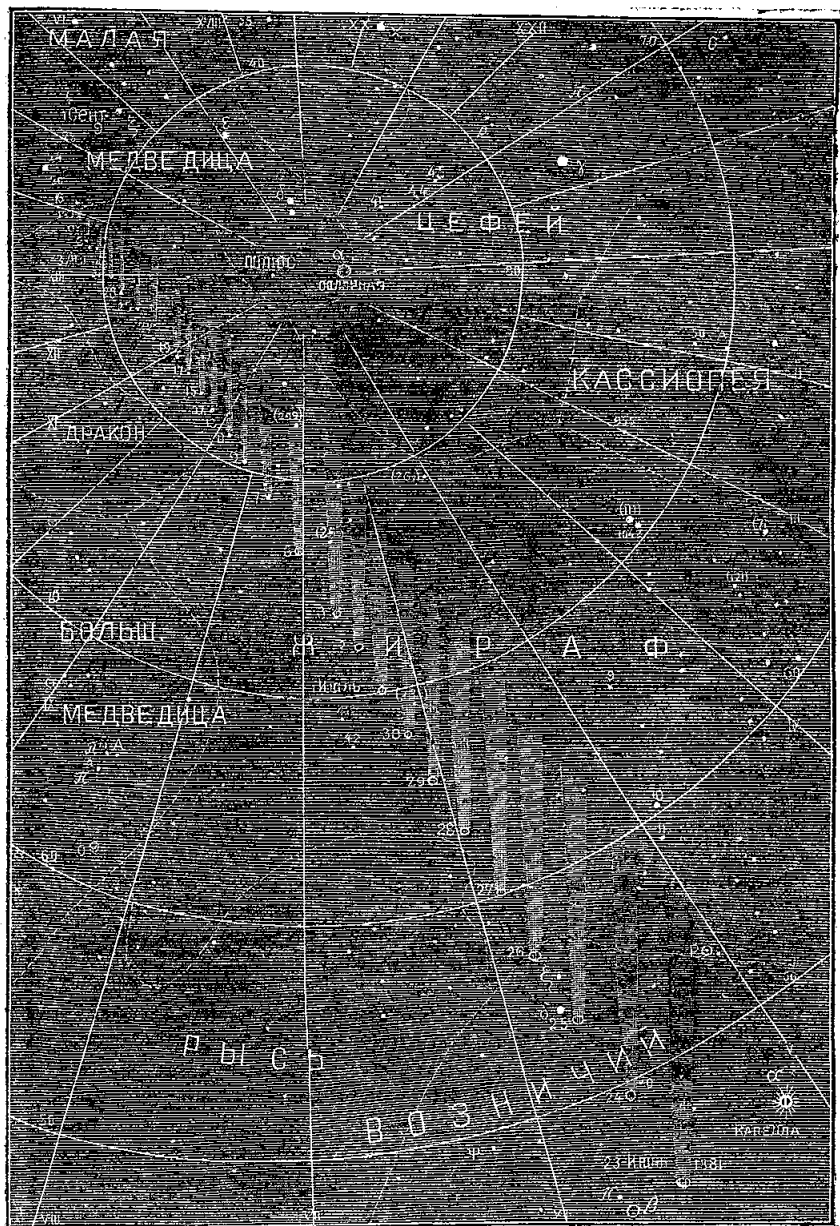


Рис. 117. Передвижение большой кометы 1881 года среди созвездий.



Так, забираясь в глубь тысячелетий, комета 1811 года могла бы передать нам всю историю нашей планеты с момента ее возникновения.

Эта гигантская комета, появившаяся накануне несчастной для Франции войны Наполеона с Россией, обладала огромной головой: диаметр ее достигал  $1\frac{1}{2}$  миллионов километров, а хвост—130 миллионов километров.

Комета 1858 года была одной из самых красивых. Ядро ее имело в поперечнике 900 километров, а длина хвоста равнялась 82 миллионам километров. Период ее обращения, по видимому, составляет 1950 лет.

Комета 1881 года была видна на небе с 23 июня по 12 августа простым глазом, а в зрительную трубу за ней можно было следить до 4 сентября.

На рис. 117 показано ее поступательное движение по небесному своду. С тех пор, как начали вести летописи астрономии, и до наших дней было замечено более тысячи комет; из них тождественными признаны сотни полторы, значит, остается все же около тысячи различных комет. До XVII века они наблюдались исключительно невооруженным глазом. С тех пор как изобретены астрономические трубы, наблюдения сделались значительно более многочисленными. В XIX веке из 270 наблюдавшихся комет только 25 были замечены простым глазом, все остальные были открыты с помощью телескопа. С тех пор как для поисков комет была применена фотография, число комет, открываемых ежегодно, стало еще больше.

Их открывают в среднем по 6—7 ежегодно. В 1881 году было замечено 7 новых комет и 1 периодическая; в 1882 году — 5 новых; в 1887 году — 5 новых и 1 периодическая, и т. д.

Сколько всех комет на небе? «Сколько рыб в океане», ответил на это Кеплер, и это сравнение ничуть не преувеличено.

Если бы за последние 20 столетий кометы отыскивались с помощью телескопа, то их набралось бы уже 8—9 тысяч, предполагая, что в среднем их открывали бы по 4—5 ежегодно. Но нужно принять во внимание, что далеко не все части неба постоянно подвергаются исследованию астрономов и что небо часто бывает покрыто тучами, а это делает наблюдение совершенно невозможным. Далее, даже в телескоп видны далеко не все кометы, а только те из них, которые подошли к Земле на сравнительно близкое расстояние.

Если кометы равномерно распределены в межпланетных пространствах, то число их должно возрастать пропорционально кубу расстояний от Солнца. Значит, в пространстве между Солнцем и Нептуном должно находиться более 20 миллионов комет. Но орбитой Нептуна владения солнечной системы еще не кончаются; далее, кометы кружатся не только около нашего Солнца, а также около других солнц, перелетая от одного очага к другому.

Таким образом, мы приходим к заключению, что кометы нужно считать не миллионами и не сотнями миллионов, а миллиардами. Откуда же появляются эти загадочные светила и что они представляют собой?



Природа комет

**Физическое строение комет. — Возможные встречи комет с Землей. — Откуда появляются кометы?**

Что такое комета? В большинстве случаев это необычайно легкая туманная масса с довольно плотным ядром. Главной составной частью кометы являются газы, среди которых очень видное место занимают пары углерода.

Затерянная в пространстве, эта туманная масса естественным образом принимает сферическую форму, но не имеет еще хвоста. Появившись во владениях Солнца, комета начинает испытывать на себе влияние могущественного светила: Солнце действует на нее своим сильным притяжением и своей высокой температурой, под влиянием которой она начинает светиться более ярко, и, таким образом, постепенно образуется голова кометы. Газы, окружающие голову, сильно расширяются и в виде световых струй начинают вырываться из всех точек кометного ядра; загибаясь назад, они мало-помалу образуют хвост.

Центральное светило влияет на комету своей отталкивательной силой, сущность которой нам пока неизвестна<sup>1</sup>.

Согласно общераспространенному мнению, хвосты следуют за кометами, как будто это полосы какого-то фосфорически светящегося вещества, привязанные к ядру комет.

Но это совершенно неверно. Хвосты иногда бывают обращены в сторону, противоположную Солнцу, и, повидимому, вещество хвоста, непрерывно рассеивающееся в мировом пространстве, пополняется новым, непрерывно выделяющимся из ядра кометы.

Головы комет бывают весьма различной плотности: одни из них имеют вид таких легких туманностей, что через них легко можно разглядеть даже самые маленькие звезды, другие, наоборот, состоят из плотной массы; наконец, бывает, что комета вовсе не имеет ядра, как, например, комета 1887 года, появившаяся в южном полушарии, или же имеет сразу несколько ядер. Так, в комете 1888 года находилось три ядра, расположенных на близком расстоянии друг от друга.

Какова плотность этих странных светил? Хвосты их совершенно прозрачны и, повидимому, не имеют почти никакого веса: 30 июня 1861 года, в 6 часов утра, Земля и Луна прошли через хвост кометы, ядро которой

<sup>1</sup> Разгадку отталкивательной силы Солнца смотри в дополнительных главах к этой книге. — *Прим. ред.*



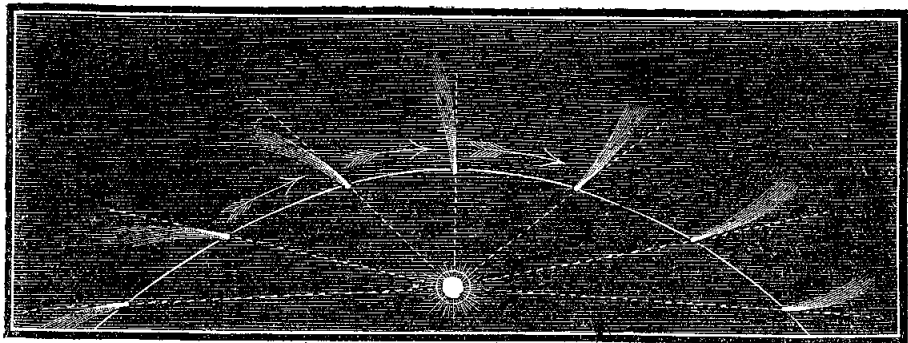


Рис. 119. Хвост кометы всегда направлен в сторону, противоположную Солнцу.

отстояло от нас на расстоянии 450 тысяч километров, и мы этого вовсе не заметили.

Но и головы комет отличаются крайне ничтожной плотностью: голова кометы 1828 года представляла собой туманность толщиной в 500 тысяч километров, и, несмотря на это, она не могла поглотить свет звезды десятой величины. Таким образом, головы комет состоят из веществ необыкновенно легких. Ядро большей частью бывает значительно плотнее: оно может находиться в твердом или жидком состоянии; но иногда случается, что и ядро также представляет собой туманность, которая при прохождении мимо звезд несколько не уменьшает яркости их света.

Кометы отражают солнечный свет, но испускают также свой собственный. Кометный спектр состоит из трех светлых полос — желтой, зеленой и голубой, — не совпадающих ни с одной из главных линий солнечного спектра. Кометный спектр имеет замечательное сходство со спектром углерода, замечаемым в свете обычной газовой горелки. Совпадение линий поразительное.

Состояли ли эти кометы из углерода, обращенного в пар под влиянием необыкновенно высокой температуры? Или это была смесь углерода с водородом и кислородом? Новая загадка, которую мы пока решить не в состоянии.

Во всяком случае, нельзя делать поспешного заключения, по примеру многих, будто все кометы состоят из углерода — в форме ли углеводорода, окиси углерода или углекислоты. Спектры некоторых комет, согласно произведенным исследованиям, имеют большое сходство со спектрами падающих звезд, северных сияний и электрических искр.

Одни исследователи нашли в спектрах кометных хвостов линии углеводорода, другие же отыскивали как будто следы железа, хлора и других элементов с большим атомным весом.

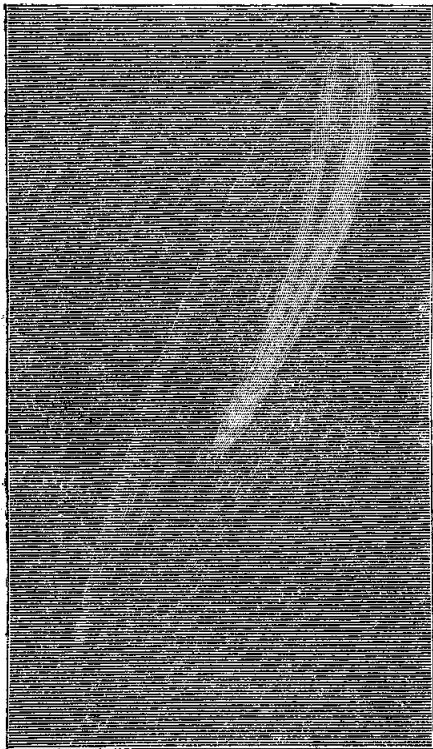


Рис. 120. Комета 1882 года.

Физическое и химическое изучение комет еще далеко не закончено. Повидимому, кометы представляют собой тела весьма различного происхождения: одни из них, как мы заметили уже, могут быть туманностями, другие — космическими скоплениями материи, третьи могут явиться результатом взрывов и извержений, происходящих на поверхности звезд, наконец, четвертые представляют собой не что иное, как обломки миллионов миров, потерпевших крушение в безднах небесных пространств.

Эти обломки несутся по эфирному океану не как-нибудь: они движутся по орбитам, вид которых зависит от возмущающих влияний, произведенных на их первоначальную скорость соседними мирами.

Тело, брошенное с поверхности Солнца с первоначальной скоростью в 600 километров в секунду, никогда не упало бы назад и, удалившись от него на громадное расстояние, могло бы сделаться настоящей кометой. Такие скорости существуют в действительности; изверженные Солнцем раскаленные тела, охладившись, начинают странствовать в пространстве и могут

явиться к нам в виде метеоритов, с которыми мы познакомимся в следующих главах. Другие звезды — это тоже солнечные миры, подобные нашему; поэтому массы, выброшенные из их недр, могут также дойти до нас.

Но какой громадный путь они должны были пройти, чтобы показаться на нашем небе! Сколько лет кометы должны были лететь, чтобы принять огненное крещение в пламени нашего Солнца! Принимая во внимание расстояние, отделяющее нас от ближайшей звезды, мы приходим к заключению, что комета, выброшенная из ее недр действием взрыва, должна употребить миллионы лет, чтобы добраться до нас.

Может ли Земля столкнуться с какой-нибудь кометой? Такая встреча теоретически не представляет ничего невозможного. Нет такого закона

ТАБЛИЦА VI



Комета Донати.

небесной механики, который мешал бы двум каким-нибудь светилам столкнуться друг с другом на своем пути и разбиться на тысячи кусков.

Многие кометы, по всем признакам, имеют твердые ядра. Различные твердые тела встречали уже Землю и обрушивались на нее. Большинство упавших на Землю тел, метеоритов, как их называют, — это осколки в несколько килограммов весом, но попадаются и такие, вес которых доходит до нескольких десятков тонн.

Какова бы ни была плотность кометных ядер, встретиться с ними для нас было бы не совсем приятно: столкновение таких двух поездов-молний при скорости их, достигающей 100 километров в секунду, не прошло бы для нас даром, однако оно не вызвало бы мировой катастрофы.

Такое столкновение имело бы большой научный интерес: по обломкам кометы мы могли бы, наконец, составить себе ясное понятие об этих странных телах, бороздящих безбрежный небесный океан.

Но подобная катастрофа, как бы она ни была поучительна в научном отношении, почти невозможна. «280 миллионов шансов против одного, — замечает Араго, — что столкновения Земли с ядром кометы никогда не будет, потому что пространство бесконечно, потому что наша планета летит чрезвычайно быстро, наконец, потому, что пространство, занимаемое Землей в каждый данный момент, представляет собой ничтожную, едва уловимую точку среди безграничной мировой бездны, в которой несется наша маленькая планета».

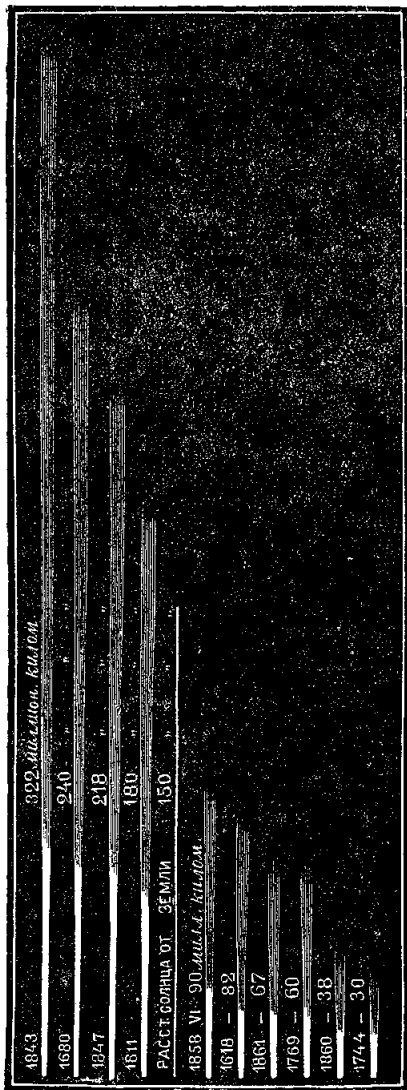


Рис. 121. Сравнительная длина кометных хвостов.

## Метеоры и метеориты

Падающие звезды. — Орбиты падающих звезд. — Болиды. —  
Метеориты, или камни, падающие с неба.

Каждому, вероятно, приходилось видеть в ясную ночь, как яркая звездочка вдруг блеснет на небосклоне, вытянется в огненную линию и исчезнет из виду. Это «падающая звезда». В действительности, конечно, это вовсе не звезда, потому что звезды не могут срываться с неба и падать на землю. Падающие звезды — не звезды и не планеты, это очень незначительные по своим размерам тела, двигающиеся в пространстве в различных направлениях.

Они представляют собой небольшие твердые массы вроде обломков камня или руды; если бы это были не твердые, а газообразные массы, то они не обладали бы силой проникать в нашу атмосферу на такое большое расстояние и улетучивались бы раньше, чем могли притти в раскаленное состояние.

Эти маленькие тела целыми роями вращаются около Солнца, описывая вокруг него такие же эллипсы, как и кометы; они рассеяны по всему пространству, в котором вращается Земля; двигаясь по своей орбите, наша планета встречается с ними, точно пушечное ядро, пролетающее через тучу мошек.

Падающие звезды, или метеоры, носятся с большой быстротой и поэтому, проникая в нашу атмосферу, наталкиваются на огромное сопротивление воздушных слоев и вследствие сильного трения загораются.

Гири показал, что болид, проникающий в верхний слой атмосферы с относительной скоростью 30 километров в секунду, на своем пути сжимает воздух со страшной силой; если это тело находится на высоте 40 километров, то воздушное давление возле передней части болида превосходит в 56 раз давление атмосферы на поверхности Земли, и это быстрое сжатие воздуха служит причиной его нагревания и свечения; таким образом, в световых явлениях, производящих явление падающей звезды, участвует не только свечение самого метеора, но и свечение увлекаемого им воздуха.

Температура небесного пространства, как известно, очень низка: она равняется 273 градусам ниже нуля. Болид, проникший в нашу атмосферу из царства этого страшного холода, быстро нагревается примерно до  $3^{1/2}$  тысяч градусов еще тогда, когда находится в самых верхних, разреженных слоях атмосферы. На высоте 100 километров сильный жар, вызванный громадным давлением, раскаляет вещество падающей звезды; теплота переходит в свет, и метеор делается видимым простым глазом.

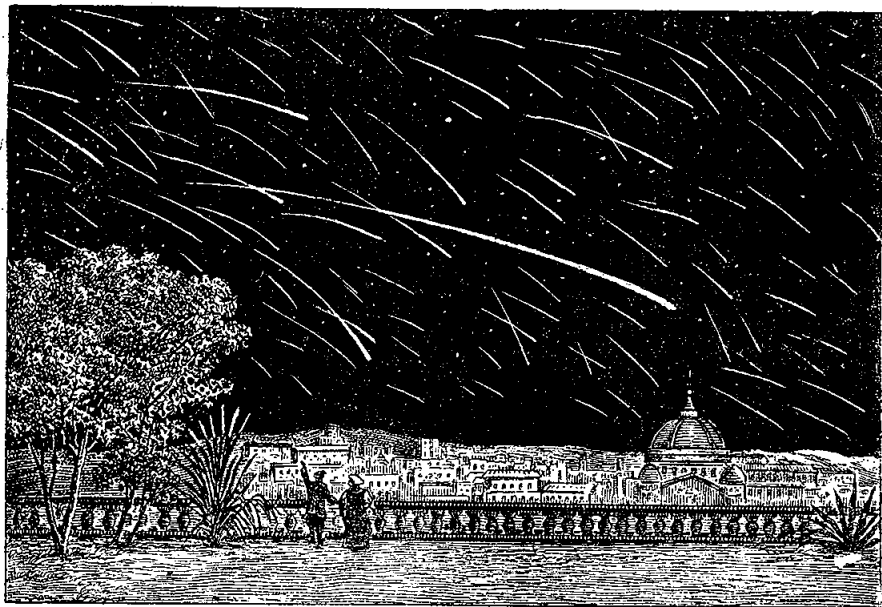


Рис. 122. Большой дождь падающих звезд 27 ноября 1872 года.

Как узнать высоту, на какой пролетела падающая звезда? Для этого двое наблюдателей располагаются в двух точках, удаленных друг от друга на расстояние трех-четырех десятков километров, и наблюдают путь падающей звезды. Благодаря действию перспективы светящаяся линия, обозначающая этот путь, покажется обоим наблюдателям не вполне тождественной; на основании этой разницы и вычисляют высоту метеора.

Вобщем высота, на которой находится падающая звезда, обыкновенно равняется 120 километрам в тот момент, когда метеор загорается, и 80 километрам, когда он кончает свой путь.

Падающие звезды достигнуть поверхности Земли не могут: они должны обратиться в пар еще задолго до того, как проникнут в средние слои нашей атмосферы.

Те из метеоров, которые проникают глубже в нашу атмосферу, начинают быстро падать вниз, но, как мы заметили уже, вследствие сильного жара, развиваемого трением и сопротивлением воздуха, превращаются в пар и рассеиваются в пространстве. Иногда остатки этих метеоров находят на поверхности Земли в форме микроскопически малых пылинок, содержащих железо.

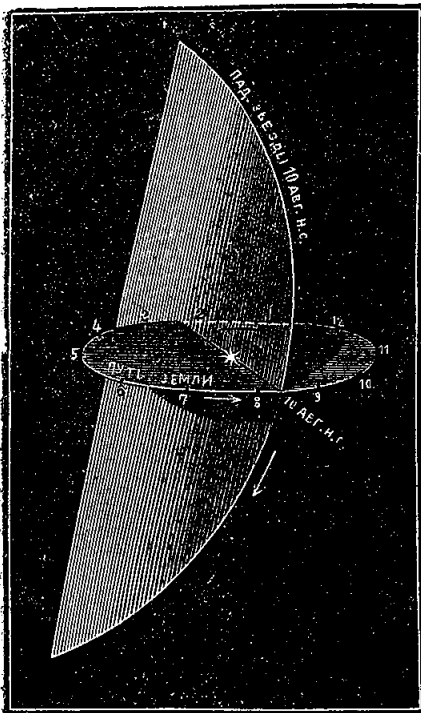


Рис. 123. Орбита потока падающих звезд, пересекающая плоскость земного пути 10 августа.

Не каждую ночь наблюдается одинаково много метеоров. Особенно много их находится в той области, которую Земля пересекает в конце июля и в начале ноября. Тут вас встречает многочисленный рой метеоров; 10, 11 и 12 августа и 14 и 15 ноября ночью все небо бывает изоброждено падающими звездами.

Мы видели выше, какой блестящий огненный дождь разразился над Европой 27 ноября 1872 года и в 1885 году; звездный ливень, наблюдавшийся в Бостоне 12 и 13 ноября 1833 года, был еще более поразителен. Звезды сыпались в таком большом количестве и вспыхивали одновременно в стольких частях неба, что сосчитать их не было никакой возможности. Когда ливень несколько ослабел, Олимпсдест насчитал 650 метеоров за 15 минут в полосе неба, охватившей только 0,1 видимого горизонта; поэтому на всем небосклоне число упавших звезд должно было быть около 8 660 в течение  $\frac{1}{4}$  часа, или 34 640 в течение часа, а это явление длилось 7 часов, значит, в эту ночь над Бостоном пронеслось свыше 240 тысяч падающих звезд!

Но и в обыкновенное время падает немало метеоров. Американский

астроном Симон Ньюкомб определял число метеоров, ежегодно пронизывающих нашу атмосферу, в 146 миллиардов!

Скиапарелли нашел, что августовский и ноябрьский потоки падающих звезд двигаются по путям, совпадающим с орбитами двух известных комет: одна из них, комета 1862 года, имеющая период обращения в 121 год, движется по тому самому пути, по которому носится рой метеоров 10 августа; другая комета, 1866 года, с периодом обращения в 33 года, перемещается по орбите ноябрьских метеоров.

Далее, доказано, что рой падающих звезд, вылетающих, как нам кажется, из созвездия Геркулеса 21 апреля, движется по пути первой кометы 1861 года. Мы видели уже, какой великолепный огненный дождь разразился 27 ноября 1872 года, когда ждали появления кометы Биэлы,

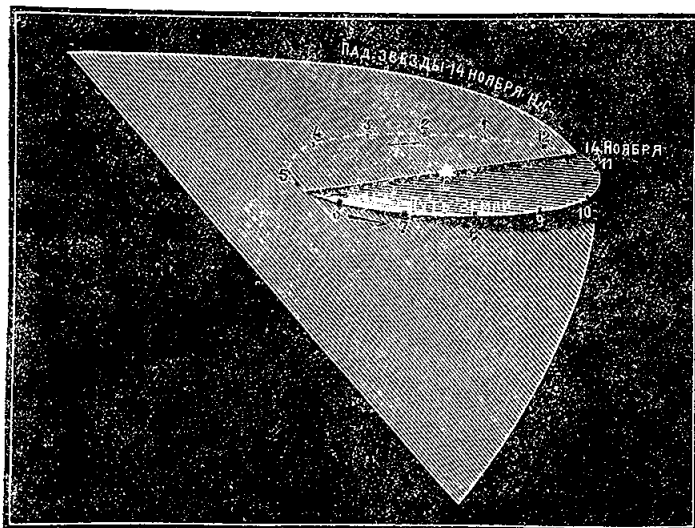


Рис. 124. Встреча потока падающих звезд с плоскостью земной орбиты 14 ноября.

Очевидно, что между кометами и падающими звездами существует взаимная связь. Весьма возможно, что многие кометы представляют собой не что иное, как кучу метеоров, или маленьких тел, образовавшихся из туманных масс, чуждых нашей солнечной системе.

Как спектральный анализ (присутствие линий одинаковых веществ в спектрах комет и падающих звезд), так и то обстоятельство, что некоторые кометы обладают несколькими твердыми ядрами, повидимому, подтверждают эту гипотезу.

Наоборот, падающие звезды можно рассматривать как разложившиеся кометы; таким образом, и метеоры и кометы являются к нам из бесконечно-далеких стран; попадая во владения нашего центрального светила, те и другие при известных благоприятных условиях становятся членами солнечной системы под влиянием планетных притяжений и начинают кружиться около Солнца по удлинненным эллиптическим орбитам.

Леверье вычислил, что ноябрьский рой падающих звезд проник в первый раз в нашу систему в 126 году нашей эры, неподалеку от того места, где находился Уран, и что под влиянием именно этой планеты параболическая орбита метеоров сделалась эллиптической. Влияние Урана продолжалось и после 126 года, поэтому первоначальная орбита переместилась (справа налево, как показано на рис. 125).



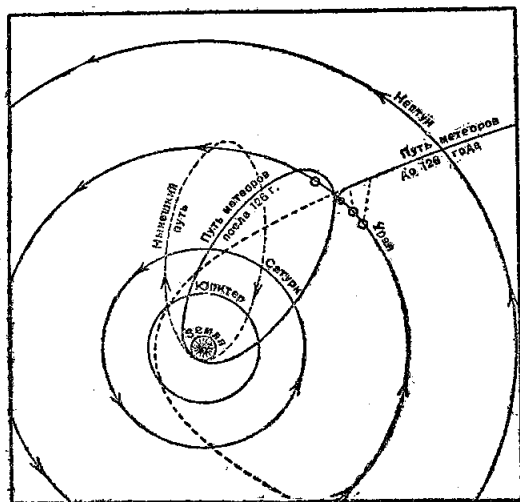


Рис. 125. Рой метеоров 14 ноября был введен в солнечную систему притяжением Урана.

Итак, самая ничтожная звездочка, самая маленькая пылинка, загорающаяся на небе, появляется не случайным образом, а на самом законном основании: она описывает такую же строго определенную орбиту, как Земля или гигант Юпитер.

Все подчинено закону тяготения, управляющему движением самых великих и самых малых тел. В космической пыли, иногда выпадающей на Землю, согласно произведенному химическому анализу, найдено железо, кобальт, никель.

Тассандье собирал подобную пыль на неприступных высотах Монблана, на которых дотоле, наверно, никогда не ступала нога человека. На

палубу корабля, шедшего по Индийскому океану, упало однажды немного метеорной пыли, которая под микроскопом имела вид вздутых шариков, похожих на остатки сожженной стальной проволоки.

Перейдем теперь к описанию болидов и метеоритов.

Мы видели уже, что блуждающие в пространстве осколки вещества, встречая на своем пути земной шар, чаще всего пролетают через верхние слои атмосферы, имея вид падающих звезд. Но иногда некоторые из них глубже опускаются в атмосферу и тогда наблюдаются в форме большого ослепительно яркого шара, который с большим шумом рассекает воздух и при своем полете оставляет за собой длинную полосу света. Такой огненный шар называется болидом.

Обыкновенно болид, промелькнув в воздухе, исчезает с такой же быстротой, с какой появился; но иногда он лопается в воздухе, — происходит взрыв, сопровождаемый сильным треском, напоминающим пушечный выстрел. При этом болид разлетается вдребезги, и множество обломков падает тогда на Землю.

Случается, что болид целиком достигает поверхности Земли и, ударившись, зарывается довольно глубоко в почву.

Эти упавшие с неба раскаленные камни, которые быстро охлаждаются, эти обломки небесного вещества называются метеоритами.

Метеориты большей частью имеют вид серовато-темных камней, кото-



Рис. 126. Падение метеорита в Шандпуре (Индия) 6 апреля 1885 года.

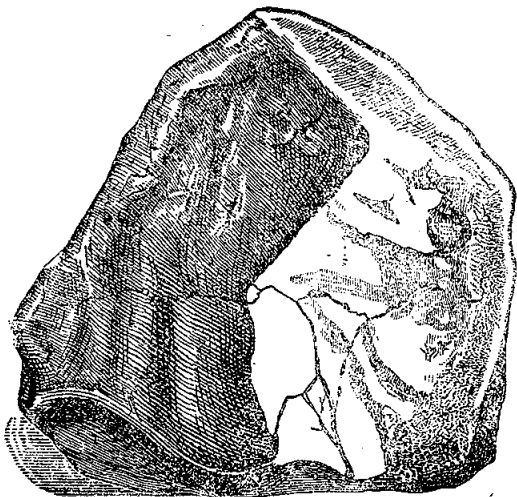


Рис. 127. Метеорит, упавший в Ортеле  
14 мая 1894 года.

рые содержат частицы железа и других элементов, находящихся в земле.

Железо обыкновенно образует главную составную часть этих небесных камней, затем следуют магний, кремний, кислород, никель, кобальт, хром, марганец, калий, натрий, мышьяк, фосфор, сера, углерод и водород.

Смотря по количеству содержащегося в них железа, метеориты делятся на следующие группы:

1. Обломки чистейшего железа с примесью никеля; его можно ковать и выделывать из него различные вещи. В земле никогда не находили более чистого самородного железа.

2. Каменно-железные метеориты представляют собой железистую массу, перемешанную с частицами горных пород.

3. Каменные метеориты если и содержат железо, то лишь в форме его химических соединений.

Такие камни бывают всяких размеров: одни падают в виде маленьких дробинок, другие — в форме более или менее больших кусков, третьи, наконец, представляют собой огромные тяжелые глыбы весом в несколько тысяч килограммов.

Такие падения нередки. Не проходит почти ни одного года без того, чтобы не было найдено несколько кусков небесного камня, разбившегося о скалы или глубоко зарывшегося в землю.

Во Франции, возле Блуа, в Лансе, 23 июля 1872 года, в тихую ясную погоду упал метеорит со страшным треском, который был слышен на расстоянии 80 километров в окружности. Этот метеорит, весивший 47 килограммов, упал на расстоянии 15 метров от пастуха, естественно, остолевшегося от ужаса, и зарылся на глубину 1,6 метра.

30 апреля 1873 года в окрестностях Рима упал метеорит, разорвавшись предварительно на несколько кусков. Сила взрыва была так велика, что крестьянам показалось, «будто небесный свод раскололся на части».

6 апреля 1885 года жители Шандпура (Индия) были сильно испуганы падением блестящего метеорита, которое сопровождалось громовым взры-

вом и ослепительной молнией; оправившись немного от страха, индусы решили приблизиться к небесному камню, — он, как оказалось, ударился о землю и был еще горячим.

22 ноября 1886 года в Новом Урее, бывшей Пензенской губернии, выпали метеориты, заключающие в себе мельчайшие алмазы.

Мы могли бы привести еще много подобных примеров. В различных музеях хранится несколько сотен метеоритов. Так, в Мадридском музее хранится метеорит, найденный в Мурсии (Испания) 24 декабря 1858 года и весящий 114 килограммов. В 1749 году Паласс открыл глыбу метеорного железа весом 700 килограммов; часть этой глыбы находится в Парижском музее, другая в музее Академии наук СССР. В 1861 году близ Мельбурна (Австралия) упал метеорит, весивший 3 тысячи килограммов, он хранится в Британском музее в Лондоне. Самый тяжелый метеорит музейных коллекций находится в Рио-де-Жанейро (Бразилия). Он был открыт в 1816 году и весит 5 360 килограммов.

Известны метеорные камни еще больших размеров. В Китае, близ реки Желтой, лежат метеорит, вес которого определяется в 10 тонн; монголы говорят, что «северная скала», как они называют эту громадную глыбу, упала на Землю после великого небесного пожара. В Тукаманской равнине, расположенной в Южной Америке, находится метеорит, весящий 15 тысяч килограммов.

Интересно то обстоятельство, что в метеоритах не было найдено и следа тех горных пород, которые расположены на поверхности земного шара, то есть принадлежат к верхним осадочным его слоям. Никогда еще не находили в метеоритах даже следов известняка или песчаника — ни одной песчинки, ни одной самой ничтожной раковинки нет ни в одном из небесных камней.

Метеориты по своему химическому и минералогическому составу весьма сходны с теми породами, которые залегают глубоко в недрах Земли. Отсюда мы невольно приходим к предположению, не являются ли эти метеориты частичками недр какого-либо небесного тела? Каким же путем могли попасть в пространство частицы пород, залегающих на глубине многих километров под поверхностью небесных тел?

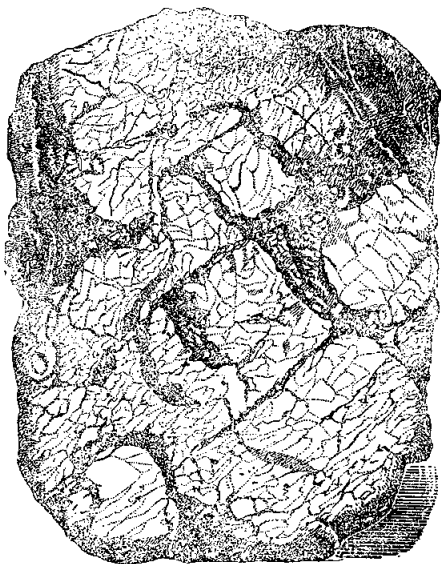


Рис. 128. Метеорит Санта-Катарина.

Дать ответ на это мы пока еще не можем, главным образом потому, что мы многого еще не знаем о метеоритах, равно как и о недрах Земли и других небесных тел. Метеориты становятся доступны нашему изучению лишь с того момента, когда они воспламеняются в атмосфере Земли, с которой им неожиданно довелось столкнуться. Каков был их путь в мировом пространстве до этой роковой встречи, мы почти никогда не знаем, — слишком редко они появляются на глазах людей, которые могли бы научно описать обстоятельства полета болида.





Часть шестая

# ЗВЕЗДЫ

---

## ГЛАВА I

### Звезды и созвездия

**М**ы переходим теперь к описанию звездных миров, которые, как мы уже упоминали не раз, удалены от нас на невероятно большие расстояния.  $4\frac{1}{2}$  тысячи солнечных систем, как наша, могли бы поместиться друг за другом вдоль расстояния, отделяющего нас от ближайшей к нам звезды. Если бы на этой звезде произошел взрыв и если бы звук мог распространяться в необъятной эфирной пустыне небесных пространств с той скоростью, с какой он перемещается в нашей атмосфере, то он дошел бы до нас через 3 миллиона лет!

Число звезд, видимых простым глазом, относительно невелико, — всего

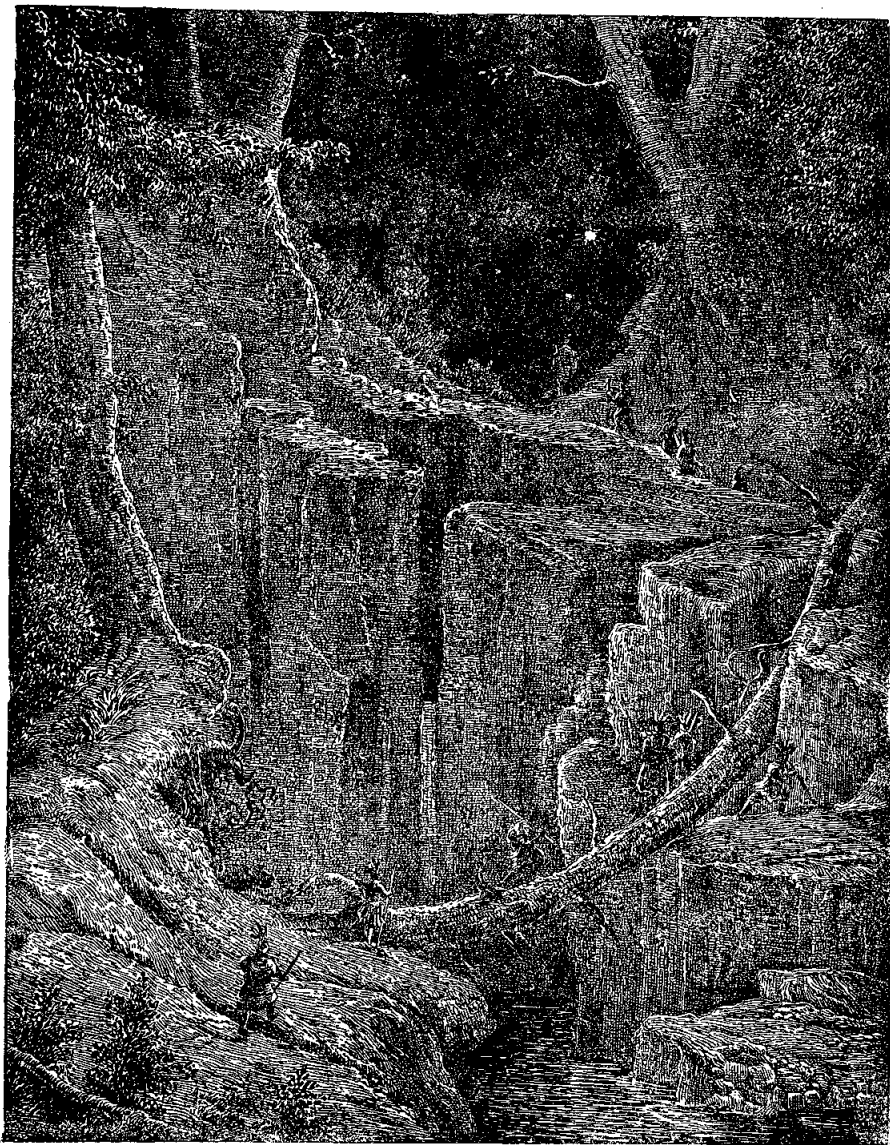


Рис. 129. Полярная звезда указывала дорогу первым путешественникам.

около 6 тысяч для обоих полушарий, — но в этом числе новичку, конечно, легко потеряться.

Группа звезд, имеющих всегда одно и то же расположение по отношению друг к другу, называется созвездием. Каждое созвездие получило название, в большинстве случаев взятое из мира органической природы, и, таким образом, в науке о вселенной появились названия экзотических и даже мифологических животных.

Так воображением первых наблюдателей были созданы: Большая Медведица, или Колесница (о которой упоминает еще древнегреческий поэт Гомер), Плеяды, Волопас, или Пастух, Большой и Малый Пес, Скорпион, Близнецы, Дева, Лебедь, Дракон, Дельфин, Рыбы, Лев и т. д.

Но эти звездные группы в большинстве случаев не имеют решительно никакого сходства с теми существами, названия которых они носят.

Впоследствии некоторые созвездия получили имена мифических героев, о которых древние греки сложили легенды. Так появились на небе Гераклес, Персей, Андромеда, Цефей, Кассиопея; в эпоху римского владычества к ним присоединились еще Волосы Вероники и Антиной. Значительно позднее возникли Южный Крест, Индеец, Мастерская Ваятеля, Рысь, Жираф, Гончие Псы, Щит Собесского и т. д.

Таким образом, все небо было разделено на отдельные небольшие участки. Мы не должны, однако, забывать, что расположение звездных групп не представляет ничего абсолютного, так как образуемые ими сочетания являются только следствием перспективы. Когда мы замечаем в какой-нибудь группе несколько звезд, близко расположенных друг к другу, то отсюда вовсе не следует, что все звезды этого созвездия расположены в одной и той же плоскости и на равном расстоянии от Земли.

Звезды — это бесчисленные солнечные миры, которые разбросаны в беспредельном просторе в различных направлениях и на различных расстояниях друг от друга; видимое же их расположение есть результат действия перспективы, не больше; небесный свод, как мы знаем, есть также обман зрения: нашу Землю окружает со всех сторон бесконечное, беспредельное пространство.

Познакомимся же теперь несколько ближе с этими созвездиями, знание которых необходимо для наблюдения неба. Небесная география представляет не меньший интерес, чем география земная.





Описание созвездий

Есть созвездие, которое известно каждому, — это Большая Медведица, Воз, или Колесница.

Мы начнем нашу небесную экскурсию с этого созвездия, которое и будет нам служить исходной точкой для нахождения всех других.

Большая Медведица — это группа из семи блестящих звезд, из которых четыре составляют четырехугольник, а остальные три образуют тупоугольный треугольник, все же вместе имеют вид фигуры, показанной на рис. 130.

Если две звезды,  $\alpha$  и  $\beta$  (альфу и бэту), Большой Медведицы соединим прямой линией и продолжим эту линию за звезду  $\alpha$  на расстояние в 5 раз больше того, которое отделяет  $\alpha$  от  $\beta$ , то мы натолкнемся на яркую звезду — Полярную звезду, называемую также  $\alpha$  Малой Медведицы.

Малая Медведица очень похожа на Большую, но меньше ее и отличается обратным расположением своих менее ярких звезд.

Полярная звезда с незапамятных времен пользовалась почетной известностью, так как она одна остается неподвижной на небесном своде; остальные звезды обращаются в 24 часа около этой звезды, представляющей своего рода центр обширного вращения. Полярная звезда поэтому служила путеводным огоньком как для отважных моряков, блуждавших по безбрежному простору морей, так и для кочевых племен.

Если смотреть на Полярную звезду, неподвижно находящуюся на северной стороне неба, то прямо перед нами будет находиться север, сзади — юг, справа — восток и слева — запад.

Пойдем дальше в нашей экскурсии по звездному небу. Проведем мысленно прямую линию от звезды  $\delta$  (дельты) Большой Медведицы до Полярной звезды (рис. 131) и продолжим эту прямую на такое же расстояние, — мы встретим  $\beta$  Кассиопей, созвездия, которое состоит из пяти главных звезд, расположенных приблизительно в виде буквы «М», а вместе с маленькой звездочкой  $\kappa$  (кашпой) они имеют форму стула.

Кассиопея беспрестанно меняет свое положение на небе, — она то подымается кверху, то спускается вниз, то сворачивает направо, то налево. Найти ее во всяком случае очень легко,

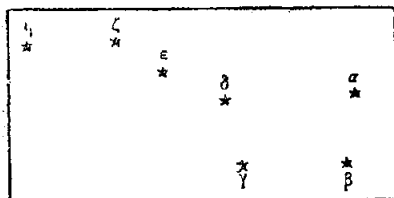


Рис. 130. Большая Медведица.



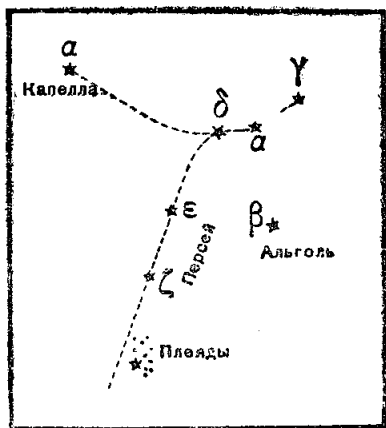


Рис. 133. Персей.

Продолжив эту дугу дальше за звезду  $\delta$ , мы встречаем яркую звезду — Капеллу, или  $\alpha$  Возничего, а двигаясь от Персея под прямым углом к югу, мы находим блестящую группу мелких звезд, известную под именем Плеяд.

В созвездии Персея звезда  $\beta$ , или Альголь, или голова Медузы, принадлежит к числу переменных звезд, — ее свет иногда изменяется от яркости звезды второй величины до яркости звезды четвертой величины периодически, через каждые 68 час. 48 мин. 53 сек.

Продолжая кривую линию Андромеды по другую сторону Пегаса, мы доходим до Млечного пути, встречая в этом месте созвездия Лебеда, имеющего вид большого креста, Лиры с блестящей звездой Вегой, Орла, наконец, Геркулеса, к которому, как известно, приближается Солнце, увлекая с собой и всю планетную систему.

Вернемся к Большой Медведице. Продолжив линию  $\zeta$  (дзета) —  $\eta$  (эта), несколько искривив ее, мы находим яркую звезду первой величины — Арктур, или  $\alpha$  Волопаса. Волопас — это созвездие, состоящее из пяти звезд, расположенных в форме неправильного четырехугольника.

Эту звезду легко отличить по ее великоленному желтовато-золотистому свету. Звезда  $\epsilon$  (эпсилон), расположенная над Арктуром, — двойная: в телескопе она делится на две отдельные звезды — желтую и голубую.

Я посоветовал бы моим молодым читателям воспользоваться несколькими хорошими вечерами и постараться найти эти созвездия, руководствуясь предыдущими указаниями и общей картой северного звездного неба, прилагаемой в конце книги.

Теперь мы приступим к описанию созвездий, расположенных в зодиа-

потому что она никогда не опускается ниже горизонта и всегда находится напротив Большой Медведицы.

Полярная звезда служит центром вращения для обеих этих созвездий.

Прямая, соединяющая Полярную звезду с  $\beta$  Кассиопеи, встретит на своем продолжении звездный квадрат созвездия Пегаса, к которому примыкают три звезды Андромеды; последняя звезда Пегасова квадрата есть  $\alpha$  Андромеды.

На продолжении линии, проведенной от  $\beta$  до  $\gamma$  (гаммы) Андромеды, лежит  $\alpha$  Персея, составляющая вместе с другими звездами Персея,  $\delta$  и  $\gamma$ , — менее яркими, чем она, — характерную вогнутую дугу, которая может служить нам руководящей нитью для распознавания других звезд.

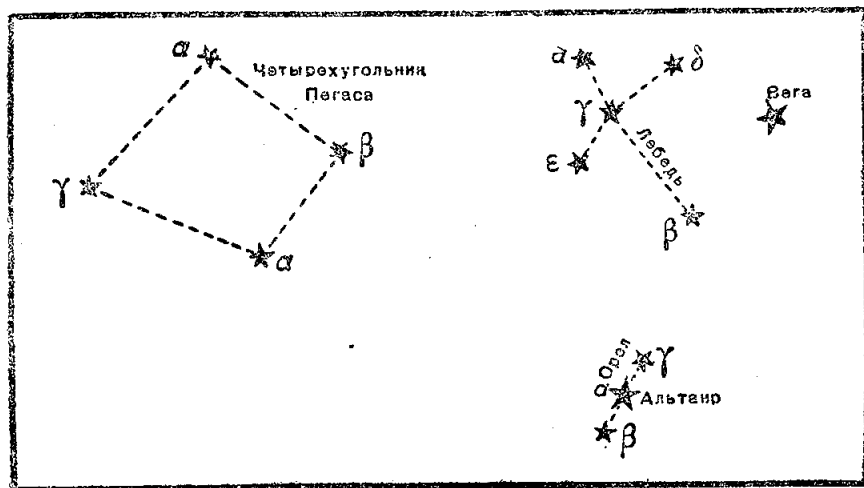


Рис. 134. Пегас, Лебедь и Орел.

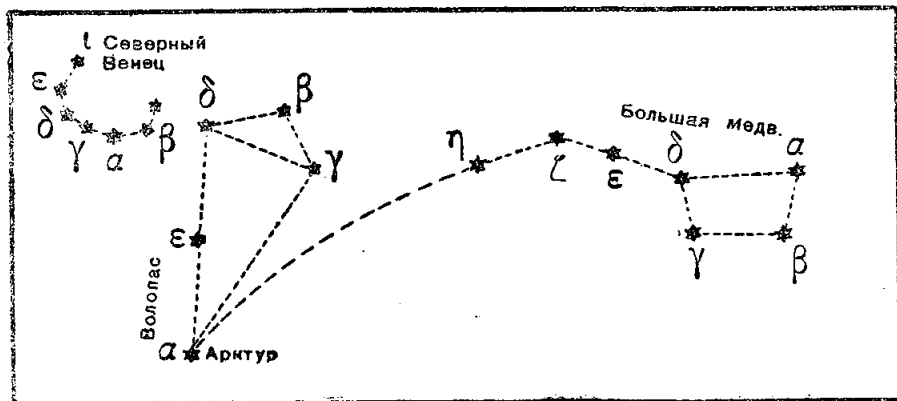


Рис. 135. Волопас и Северный Венец.

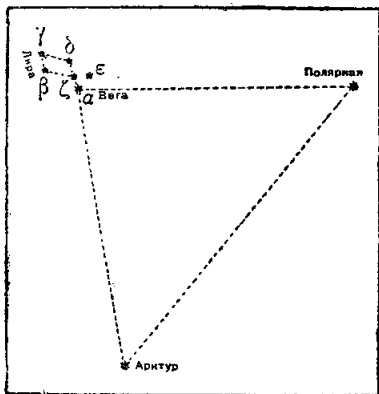


Рис. 136. Треугольник из Полярной звезды, Веги и Арктура.

мечательное созвездие расположено между Андромедой и Плеядами и состоит из довольно слабых звезд.

2. Телец лежит вблизи Плеяд; главная звезда Тельца — Альдебаран — одна из наиболее блестящих и красивых звезд нашего неба.

3. Близнецы, с двумя прелестными звездами — Кастором и Поллуксом, — которые лежат на продолжении линии, соединяющей хвост Большой Медведицы и Арктура.

4. Рак — чуть заметное созвездие — состоит из слабых звезд четвертой величины.

5. Лев — это большая трапеция, составленная четырьмя красивыми звездами, которые лежат к востоку от Близнецов. Самая яркая звезда Льва называется Регулом, или Львиным Сердцем.

6. Дева — восточнее Близнецов. Продолжая к югу диагональ квадрата Большой Медведицы, от  $\alpha$  до  $\gamma$  и дальше, мы находим великозвездную яркую звезду первой величины — знаменитый Колос Девы, или Спика; эта звезда находится вблизи Арктура, лежащего на продолжении хвоста Большой Медведицы.

Если соединить прямыми линиями Колос Девы, Арктур и Регул, то получится равносторонний треугольник.

7. Весы. К востоку от Девы расположены две звезды второй величины, похожие на Близнецов; это  $\alpha$  и  $\beta$  Весов; вместе с  $\gamma$  и  $\delta$  эти две звезды образуют косой квадрат, наклоненный к эклиптике. Два тысячи лет назад Солнце находилось в этом знаке в дни осеннего равноденствия.

8. Скорпион. Его легко узнать по яркой красной звезде первой величины — Антаресу, — расположенной в центре созвездия. Антарес лежит

кальном поясе; свое имя они получили от греческого слова «зоон» (животное), так как все созвездия этой полосы носят названия животных.

Зодиакальный пояс имеет вид круга, наклоненного к экватору под углом в  $23^\circ$ ; по средней линии этого круга Солнце совершает свое видимое движение.

Все небо было разделено древними на 12 частей, которые назывались 12 знаками зодиака, или месячными жилищами солнечного бога Фэба-Аполлона, потому что Солнце остается по месяцу в каждом знаке, возобновляя снова свой путь каждую весну.

Вот эти 12 зодиакальных созвездий:

1. Овен начинает собою ряд зодиакальных созвездий; это ничем не замечательное созвездие расположено между Андромедой и Плеядами

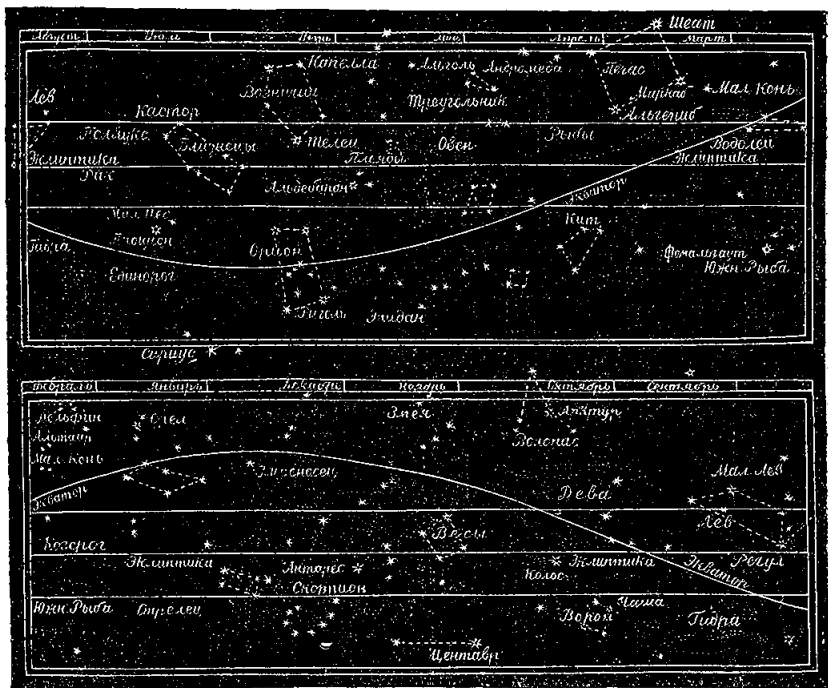


Рис. 137. Главные созвездия зодиака.

на продолжении линии, соединяющей Регул с Колосом Девы, а с Вегой и Арктуром он составляет равнобедренный треугольник.

9. Стрелец. Представляет собой косую трапецию, падающую несколько восточнее Скорпиона и состоящую из звезд третьей величины.

10. Козерог. Так же беден яркими звездами, как и его сосед Стрелец. Невооруженным глазом можно легко различить две первые звезды —  $\alpha$  и  $\beta$ . Вся эта область зодиака имеет очень скромный вид по сравнению с той частью неба, где сверкают такие великолепные звезды первой величины, как Альдебарап, Регул, Капелла, Спика и др.

11. Водолей — узкий треугольник, составленный тремя звездами третьей величины.

12. Рыбы — последний знак зодиака; расположен к югу от Андромеды и Пегаса и состоит из еле заметных звезд.

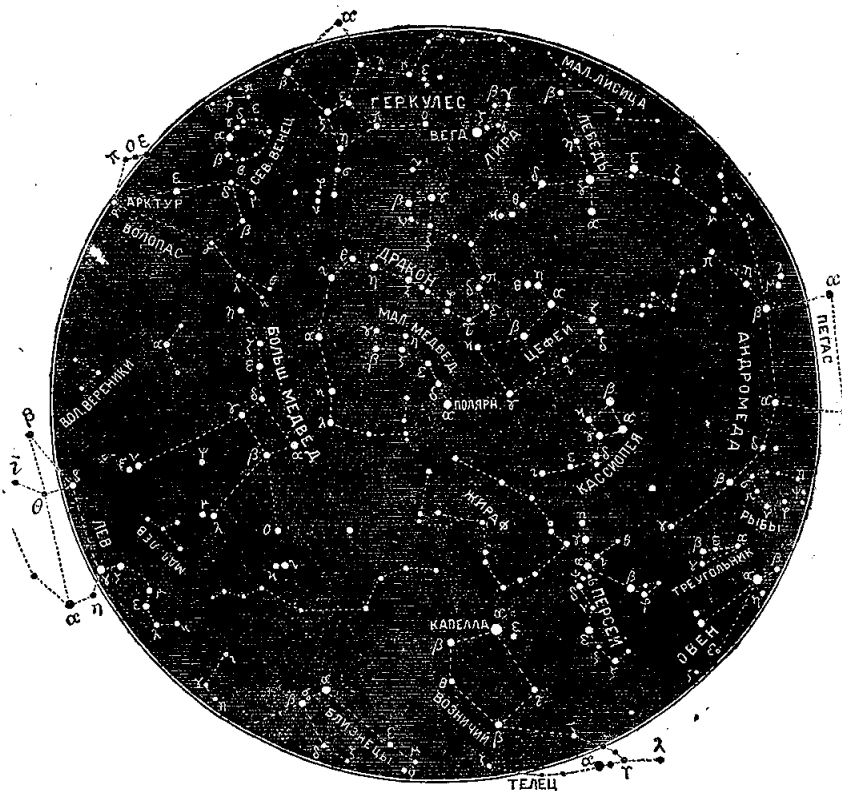


Рис. 133. Главнейшие звезды северного полушария.

Вот все созвездия зодиака в том последовательном порядке, в каком Солнце и планеты проходят между ними в направлении с запада на восток.

Зодиак имел важное значение в истории всех древних культурных народов: египтяне, арабы, индусы, китайцы руководствовались знаками зодиака для составления своего календаря, летосчисления, для определения дней священных праздников, общественных работ и пр.

Как находить знаки зодиака на небе? Созвездия, расположенные вблизи полюса, как Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Персей,



Рис. 139. Древний египетский зодиак.

Андромеда, Пегас и т. д., можно легко отыскать, потому что они никогда не заходят; между тем зодиакальные созвездия попеременно находятся то над горизонтом, то под горизонтом.

Все звезды, передвигаясь с запада на восток, раз в сутки проходят через меридиан, то есть через линию, идущую от зенита по направлению к югу. Укажем теперь, какое созвездие проходит через меридиан в известный день и в известный час, например, каждое первое число месяца в 9 часов вечера.

Итак, на меридиане будут видны в 9 часов вечера:

1 января — созвездие Тельца. Обратите внимание на Альдебарана и Плеяды.





Рис. 140. Древний арабский зодиак.

Общий обзор неба мы должны дополнить еще звездами южного небесного полушария.

Присмотритесь к нашей зодиакальной карте. Под Тельцом и Близнецами вы видите гиганта Ориона, который состоит из множества звезд; из них две — первой величины, остальные пять — второй.

Три звезды этого созвездия,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\zeta$ , второй величины и составляют так называемый пояс Ориона; эти три звезды находятся посреди четырехугольника, образованного остальными четырьмя —  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\kappa$ . Левая звезда сверху называется Бетельгейзе, правая — Беллатрикс, под которой расположена третья — Ригель.

Орион — великолепнейшее созвездие из всех видимых в СССР; в ясные зимние ночи его легко можно узнать по блеску и по положению: оно сверкает почти прямо на юге.

На продолжении линии, проведенной от алмазного пояса Ориона в юго-восточном направлении, находится самая блестящая звезда нашего неба — Сириус, или  $\alpha$  Большого Пса.

Эта звезда играла большую роль в древнем Египте, где появление ее ранним утром предвещало наступающее разлитие Нила, а также сильные жары и летние лихорадки.

Над Сириусом находится его младший брат — Процион, входящий в состав созвездия Малого Пса.

1 февраля — Близнецы, но они еще не коснулись меридиана, а находятся немного левее.

1 марта Кастор и Поллукс успели уже пройти меридиан; Процион находится южнее, а Рак — слева.

1 апреля — Лев и Регул — на самом меридиане.

1 мая — созвездия Льва и Волосы Вероники.

1 июня — Колос Девы, Арктур.

1 июля — Весы, Скорпион.

1 августа — Антарес, Скорпион.

1 сентября — Стрелец, Орел.

1 октября — Козерог, Водолей.

1 ноября — Рыбы, Пегас.

1 декабря — Овен.

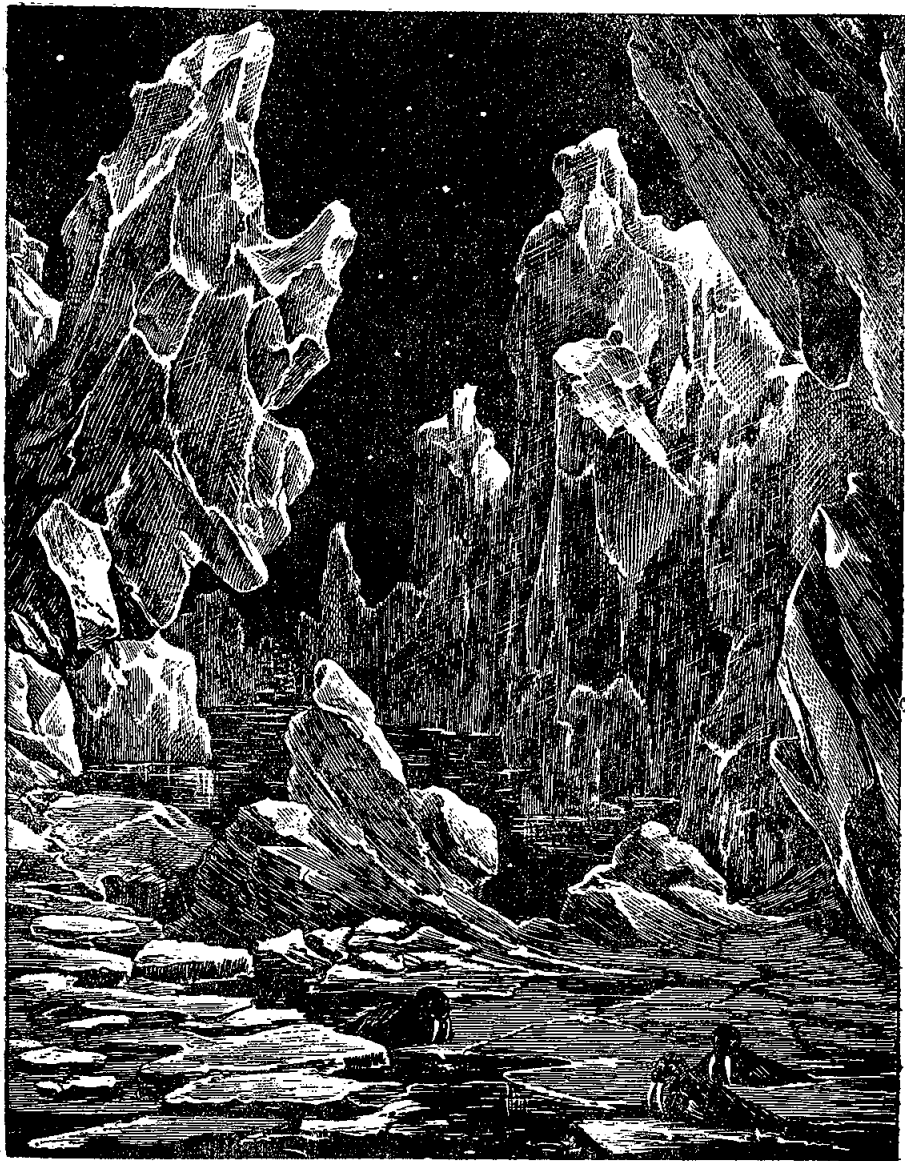


Рис. 141. Южный Крест — созвездие ледовитых стран, примыкающих к Южному полюсу.

Влево от Прочиона, на продолжении линии, соединяющей эту звезду с Бетельгейзе, лежит четырехугольная голова Гидры — созвездия, растянувшегося почти на целую четверть нашего горизонта над Раком, Львом и Девой.

На юго-запад от Овна, на близком от него расстоянии, расположился Кит со своей замечательной звездой, получившей название Дивной (по латыни *Mira*). Эта звезда интересна в том отношении, что она сильно изменяет силу своего света, — она попеременно то вспыхивает яркой звездой второй величины, то угасает, так что совсем пропадает из виду, чтобы приблизительно через 330 дней загореться вновь.

Наконец, под Колосом Девы лежит созвездие Центавра; *α* этого созвездия, как мы уже упоминали, представляет собой звезду, которая находится на самом близком расстоянии от Земли, но Центавр в СССР невидим, — его видят обитатели более южных стран.

Центавр соприкасается с созвездием Южного Креста. Южный Крест состоит из четырех крестообразно расположенных звезд второй величины; мы их также никогда не видим на нашем небе. Южным Крестом лучше всего могут любоваться жители ледовитых стран, лежащих вблизи Южного полюса.

Разумеется, это далеко не все созвездия, видимые в обоих полушариях. Всего их насчитывается более 80. Мы выбрали только те из них, которые резко выделяются и которые каждый при некотором внимании легко может отыскать, руководствуясь приложенными рисунками и картами звездного неба.



Положение звезд на небе

Знать истинное местонахождение звезды на небе чрезвычайно важно. В прежнее время астрономы ограничивались указаниями, что Регул есть сердце Льва, Альдебаран — глаз Тельца, Ригель — нога Скорпиона, и т. д. С 1603 года Баер ввел обозначения звезд буквами греческого алфавита, но этого тоже недостаточно для точного определения места на небе, занимаемого звездой; современная астрономия пользуется тем способом, который принят в географии.

Как определяется местоположение какого-нибудь города на земном шаре? Его широтой и долготой. Этот же прием определения практикуется и в астрономии.

Небесный глобус имеет свой экватор, свои широты и долготы.

Расстояние звезды от небесного экватора называется склонением; склонение бывает северное и южное; очевидно, это такая величина, которая вполне соответствует географической широте. Аналогией географической долготы на небе является то, что называется прямым восхождением; за первый меридиан принимается круг, проходящий через полюс и точку пересечения эклиптики с экватором.

Для примера возьмем звезду *A* (рис. 142) и определим ее положение. Дуга *AE*, находящаяся на круге *PK* между звездой и экватором, есть склонение звезды, а так как она находится между Северным полюсом и экватором, то склонение это в данном случае будет северным. Допустим, что в дуге *AE*  $40^\circ$ , мы можем тогда сказать, что склонение звезды *A* равно  $+40^\circ$  (плюс — значит северное склонение; минус — южное склонение).

Но одного склонения мало для определения места, занимаемого звездой, потому что она могла бы находиться в любой точке круга, проведенного параллельно экватору, на расстоянии  $40^\circ$  от него. Мы должны еще определить прямое восхождение звезды *A*; ее прямым восхождением будет дуга *OE*, соединяющая *E* — точку пересечения круга *PK* с экватором — с точкой *O*, принятой за начало счета прямых восхождений.

Положим, что в дуге *OE* заключается  $22^\circ 30'$ , значит, прямое восхождение равно  $22^\circ 30'$ .

Итак, звезда *A* занимает теперь определенное положение на небе: ее склонение равно  $40^\circ$ , прямое восхождение —  $22^\circ 30'$ .

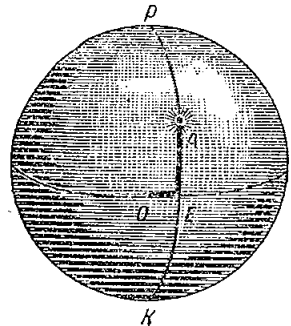


Рис. 142. Склонение и прямое восхождение звезд.

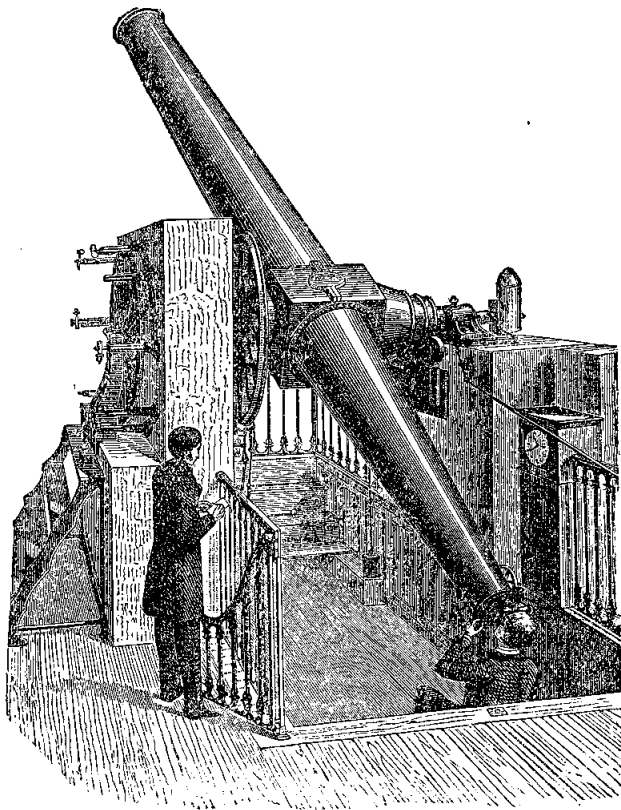


Рис. 143. Меридианный круг Парижской обсерватории.

Для точного определения склонений и прямых восхождений астрономы пользуются особым прибором — меридианным кругом, или пассажным инструментом. Меридианный круг представляет собой трубу, двигающуюся только в плоскости меридиана. В поле зрения трубы натянута пересекающиеся между собой тонкие нити — горизонтальные и вертикальные; наблюдатель отмечает момент прохождения звезд через эти нити. Зная этот момент, можно быстро определить прямое восхождение звезды, но, к сожалению, гораздо дольше объяснить, как это делается. На круге, прикрепленном к трубе и разделенном на градусы, минуты и секунды, отсчитывается расстояние наблюдаемой звезды от экватора или полюса.

Прямое восхождение и склонение определяются очень точно.

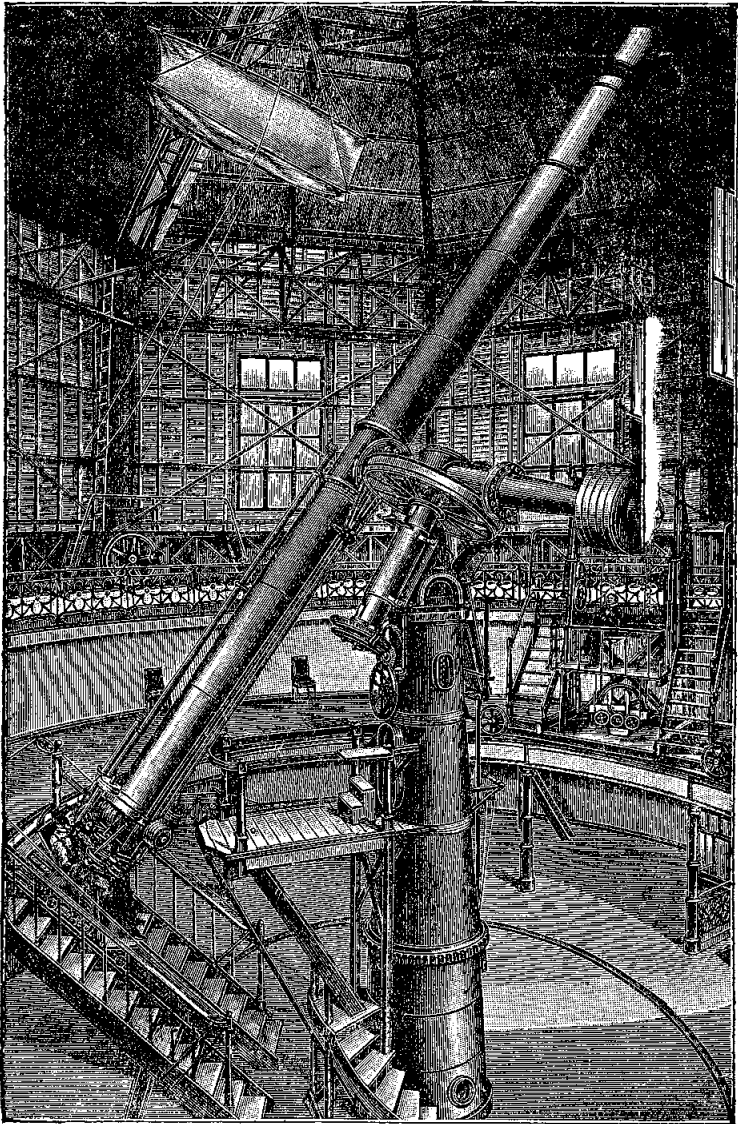


Рис. 144. Большой телескоп Пулковской обсерватории.

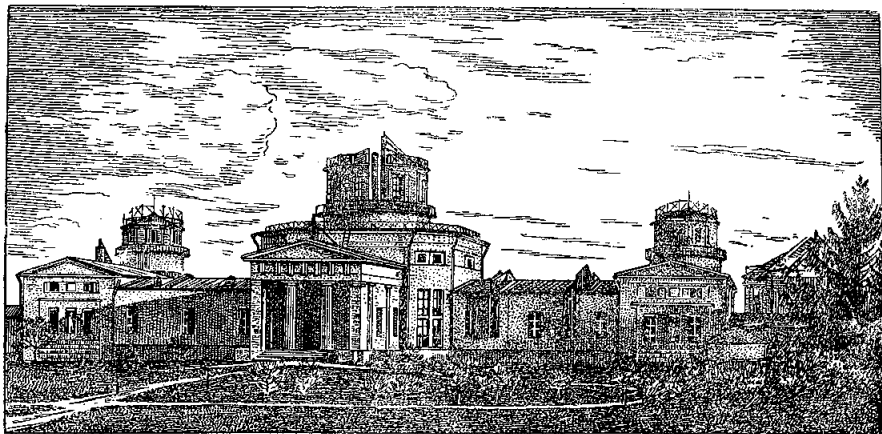


Рис. 145. Вид главного здания Пулковской обсерватории.

Этот инструмент является одним из главных на каждой большой обсерватории. Можно сказать, что одной из главных задач больших обсерваторий — Парижской, Гринвичской, Вашингтонской, Берлинской, Пулковской — является не то, чтобы «делать великие астрономические открытия», а то, чтобы точно определять положение звезд на небесном своде.

Эти определения очень важны, — они представляют собой основания астрономии; благодаря им мы узнали, каким образом движется Земля и каким изменениям подвергается ее движения, равно как и движения других миров. Этот кропотливый труд никогда не может быть закончен, потому что, как мы увидим, звезды не остаются неподвижными на небесном своде, а из века в век изменяют на нем свое положение.

На рис. 146 изображена Парижская обсерватория. Под сводами среднего маленького купола помещается маленький телескоп, а внутри боковых куполов находятся два больших, сильных телескопа, из которых один имеет длину 5 метров, другой 9 метров. Все эти инструменты приводятся в движение часовым механизмом и поворачиваются в сторону, обратную вращению Земли. Они могут быть направлены на какую угодно точку неба; закрепив трубу в желаемом направлении, наблюдатель приводит в движение часовой механизм; с этого момента звезда не выходит из поля зрения, за ней можно беспрепятственно следить, как будто Земля перестала двигаться. Неподвижные трубы этим удобством не отличаются, — они движутся вместе с Землей, а поэтому наблюдаемая звезда довольно быстро скрывается из поля зрения.

Изучение звездных миров открыло много интересных фактов, с которыми мы сейчас познакомим наших читателей.

**Яркость звезд, их число, их расстояния**

Свет различных звезд, как известно, отличается неодинаковой силой, — одни горят очень ярко, другие настолько слабо, что едва могут быть различаемы простым глазом. Звезды по силе и яркости испускаемого ими света делятся на классы, или величины. Самые блестящие относятся к разряду звезд первой величины, несколько менее яркие — к разряду второй величины, и т. д. Слово «величина» здесь употребляется не в буквальном смысле слова, — действительные размеры звезд нам в большинстве случаев не известны. Это разделение светил по величинам, возникшее в то время, когда полагали, что самые большие звезды должны быть и самыми яркими, имеет в виду не только классификацию звезд по кажущемуся блеску или по яркости их света.

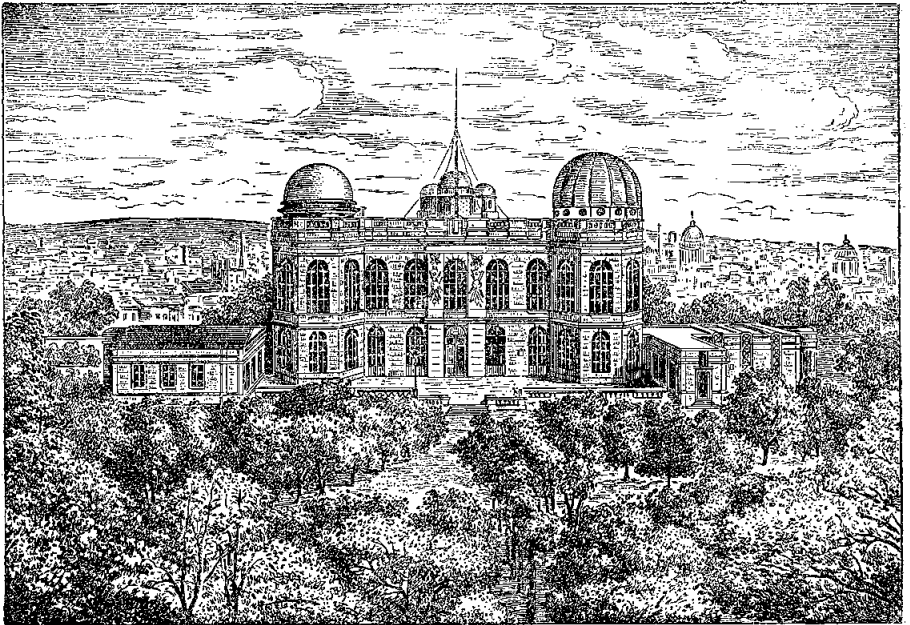


Рис. 146. Вид Парижской обсерватории с южной стороны.





Рис. 147. Уголок неба, видимый невооруженным глазом.

Звезд первой величины считается 23. К ним относятся: 1) Сириус, 2) Капелла (*α* Корабля), 3) *α* Центавра, 4) Вега, 5) Арктур, 6) Ригель, 7) Процион, 8) Капелла, 9) Ветельгейзе (*α* Ориона), 10)  $\beta$  Центавра, 11) Ахернар (*α* Эридиана), 12) Альдебаран (*α* Тельца), 13) Антарес (*α* Скорпиона), 14) *α* Южного Креста, 15) Альтаир (*α* Орла), 16) Колос (*α* Девы), 17) Фомальгаут (*α* Южной Рыбы), 18)  $\epsilon$  Большого Пса, 19) Регул (*α* Льва), 20) Кастор (*α* Близнецов), 21) Поллукс ( $\beta$  Близнецов), 22)  $\beta$  Южного Креста, 23) Денеб (*α* Лебедя).

Эти 23 звезды приведены здесь приблизительно в порядке их убывающей яркости, так как, строго говоря, блеск разных звезд, причисляемых грубо к одной и той же «величине», неодинаков.

Заними следуют звезды второй, третьей, четвертой и так далее величин. Замечено, что каждый следующий ряд звезд превышает предыдущий приблизительно в три раза, так что, умножая на 3 число звезд, заключающихся в любом ряде, мы довольно точно можем определить число звезд, заключающихся в последующем:

Первой величины . . . . .	23	Четвертой величины . . . . .	590
Второй » . . . . .	51	Пятой » . . . . .	1 243
Третьей » . . . . .	200	Шестой » . . . . .	3 640

Простым глазом можно различать звезды первых шести величин; значит, теоретически можно видеть их в общей сложности около 7 тысяч.

Телескопических звезд, конечно, несравненно больше. В небольшой телескоп видны звезды десятой величины, которых считают уже 207 тысяч. В более сильные трубы различают звезды четырнадцатой величины, и этих — уже около 8 миллионов. Гигантские телескопы, построенные недавно, проникли еще дальше в глубь небес и уловили звезды пятнадцатой и шестнадцатой величин, что увеличило число звезд до 70 миллионов. При этом нужно помнить, что каждая звезда есть солнце, похожее на наше, то есть, может быть, центр системы с планетами, спутниками и пр., которые приходится считать уже миллиардами! Усовершенствование зрительных труб далеко еще не закончено, — каждое новое улучшение оптических стекол открывает новые миллионы звезд.

Ближайшая к нам звезда — это *α* Центавра, она отстоит от нас, как мы уже упоминали, на 40 миллиардов километров (миллиард — это миллион миллионов). Каким образом было найдено это расстояние? Оно было измерено по кажущемуся угловому перемещению этой звезды.

В самом деле, Земля движется по орбите вокруг Солнца, делая полный оборот вокруг него в продолжение года. Диаметр земной орбиты, как мы

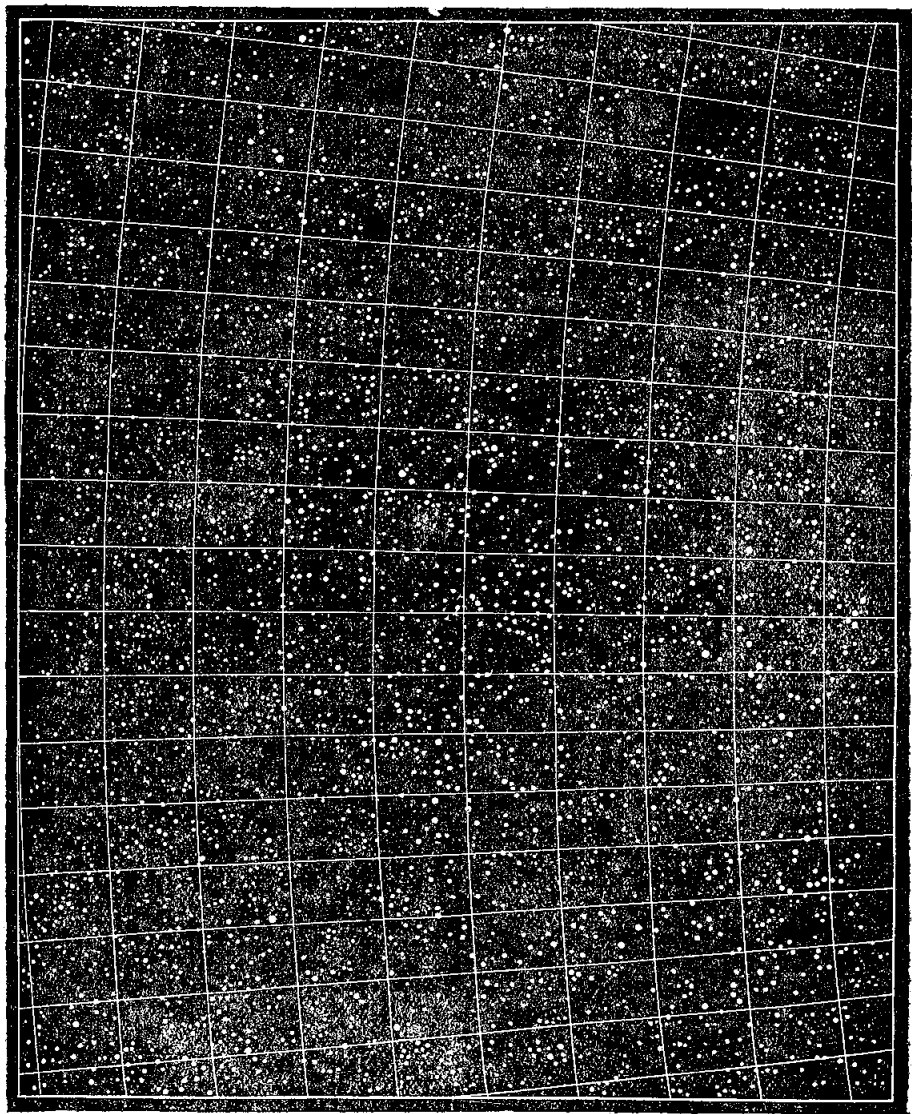


Рис. 148. Звезды того же уголка неба, сосчитанные при помощи телескопа и нанесенные на карту. (Сетка на рисунке изображена для облегчения нахождения отдельных звезд в этой области.)

знаем, равняется 299 миллионам километров. Пробежав такое большое расстояние, Земля несколько изменяет свое положение по отношению к далекой звезде; это и проявляется в кажущемся угловом перемещении звезды. Угол, под которым представляется диаметр земной орбиты с какой-нибудь звезды, тем меньше, чем более удалена эта звезда; кажущееся передвижение звезды, являющееся перспективным отражением действительного движения ее, уменьшается в том же отношении. Обыкновенно принимается в расчет не весь диаметр земной орбиты, а только половина его, или радиус, и мы, таким образом, приходим к понятию о параллаксе звезды. Под параллаксом звезды понимается угол, под которым с этой звезды был бы видим радиус земной орбиты, то есть расстояние, отделяющее Землю от Солнца. Чем дальше находится звезда от нас, тем все длиннее становится треугольник, образуемый Землей, Солнцем и звездой, тем меньше становится угол, вершиной которого служит звезда. Этот угол измеряется не градусами и не минутами, а десятыми, сотыми и тысячными долями секунды.

Мы видели уже при измерении расстояния Луны от Земли, что всякий предмет, удаленный на расстояние, в 57 раз превышающее его истинную величину, кажется нам расположенным под углом в  $1^\circ$ ; если же мы видим предмет под углом в  $1''$ , то это значит, что он удален на расстояние, в 206 265 раз превышающее его истинные размеры.

Итак, если бы радиус земной орбиты, рассматриваемый с какой-нибудь звезды, представлялся в виде  $1''$ , то это значило бы, что Земля удалена на расстояние  $R$  (радиус орбиты), помноженное на 206 265, то есть на расстояние  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров, умноженных на 206 265.

В действительности это расстояние еще больше, так как параллакс ближайшей к нам звезды —  $\alpha$  Центавра — равняется  $0'',75$ ; поэтому  $\alpha$  Центавра отстоит от нас на расстоянии  $149\frac{1}{2}$  миллионов километров, умноженных на 275 тысяч, что составляет 40 миллиардов километров.

Таким путем были вычислены расстояния до некоторых других звезд. Так, Сириус (параллакс  $0'',38$ ) удален на 390 миллиардов километров.

До сих пор удалось измерить параллаксы только 23 звезд<sup>1</sup>. Огромное большинство звезд, то есть подавляющая масса их, не обнаруживает ни малейших следов параллакса, поэтому расстояния этих звезд нам не известны, — мы попросту должны отбросить эти светила в бесконечность.

Но и измеренные расстояния поражают своей грандиозностью. Что такое 40 миллиардов, или расстояние до ближайшей звезды Центавра? Свет, распространяющийся, как известно, со скоростью 300 тысяч километров в секунду, доходит до нас в  $8\frac{1}{2}$  минут, когда он направляется от Солнца; когда же он исходит из  $\alpha$  Центавра, то, чтобы добраться до нас, он должен лететь  $4\frac{1}{3}$  года.

Свет Сириуса доходит до нас через 8,6 года, Арктура — через 41 год.

---

<sup>1</sup> С тех пор как была написана эта книга, удалось измерить параллаксы более чем 20 тысяч звезд. — *Прим. ред.*

Раньше полагали, что самые яркие звезды в то же время и самые близкие к нам. Но в действительности это совсем не так. Большинство звезд первой величины вовсе не имеет заметного параллакса, тогда как параллаксы звезд второй, третьей, четвертой и даже восьмой и девятой величин удалось измерить довольно точно. Из 18 наиболее близких звезд с измеренными параллаксами 13 приходятся на долю звезд четвертой и девятой величин и только 5 — на звезды первых трех величин.

Отсюда следует, что некоторые звезды, отличающиеся слабым, бледным светом, ближе к нам, чем многие блестящие звезды первой величины, вроде Ветельгейзе, Колоса Девы, Ригеля, Ахернара,  $\alpha$  Южного Креста,  $\alpha$  Лебедя и т. д.

Великолепная яркая звезда,  $\alpha$  Лебедя, как показали тщательные исследования, гораздо дальше отстоит от нас, чем ее скромная соседка, 61-я звезда Лебедя, которая является девятой ближайшей к нам звездой после  $\alpha$  Центавра.

Если ближайшие звезды отстоят от нас на биллионы километров, то каково должно быть расстояние тех далеких светил, которые видны лишь в телескоп при очень сильном увеличении! Эти расстояния должны считаться тысячами и миллионами биллионов километров.

Какими гигантскими размерами должны обладать эти светила, удаленные на такие невероятные расстояния и все-таки видимые нами!

Измерить непосредственно диаметр звезды невозможно; самая яркая звезда, Сириус, кажется в телескопе только светлой точкой; поэтому, чтобы иметь представление об истинных размерах данной звезды, нужно прибегнуть к измерению силы испускаемого ею света. Допустим, что каждый квадратный километр блестящей поверхности этой звезды дает столько же света, сколько каждый квадратный километр поверхности Солнца. Принимая во внимание, что сила света обратно пропорциональна квадрату расстояния, мы приходим к заключению, что Сириус должен быть в 26 раз больше по своей поверхности, чем наше Солнце<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> О современных данных по этому поводу говорится в дополнительных главах книги. — *Прим. ред.*



## Строение звезд. Перемены, замечаемые в небе

## Звездный спектр. — Временные звезды. — Переменные звезды.

Каково физическое и химическое строение звезд? Представляют ли они в этом отношении сходство с нашим Солнцем? За решением этого вопроса обратились к изучению звездных спектров. Флорентинскому астроному Донати удалось получить отчетливые спектры многих звезд с темными линиями поглощения. Спектр Альдебарана имеет большое число резких линий, главным образом в оранжевой, зеленой и голубой полосах. Доказано совпадение многих из них с линиями спектров натрия, магния, водорода, кальция, железа, ванадия, титана, гелия, азота, кислорода, углерода и др.

Бетельгейзе ( $\alpha$  Ориона) имеет очень сложный спектр. Обнаружено совпадение некоторых из ее линий с линиями натрия, кальция, железа и титана, в особенности же его соединения с кислородом — окиси титана.

Линии спектров натрия, магния, кальция и водорода совпадают с такими же в спектре Сириуса.

Неутомимый астроном Секки изучил спектры более 300 звезд; на основании своих многочисленных исследований он пришел к заключению, что звездные спектры можно подразделить на три главных типа.

К первому типу относятся так называемые белые звезды, как, например, Сириус, Вега, Альтаир и др. В их спектре замечаются три толстые линии: одна совпадает с солнечной линией *C*, другая располагается на близком расстоянии от солнечной линии *H*, третья находится в крайней части фиолетовой полосы, но бывает видна только в спектре очень ярких белых звезд.

Второй тип звездных спектров характеризуется тонкими линиями, очень похожими на солнечные. Такой спектр дают желтые звезды, как Арктур, Канелла, Поллукс, и большинство ярких звезд второй величины.

Спектр звезд третьего типа резко отличается от спектра звезд первого типа своими темными полосами. Такой спектр имеют звезды оранжевого и красного цвета: Антарес,  $\alpha$  Геркулеса, Бетельгейзе и др.

Спектр звезд первого типа изобилует линиями водорода, натрия и магния; спектр звезд второго типа вообще имеет замечательное сходство с солнечным спектром, — мы здесь находим присутствие железа, титана, кальция, марганца, натрия, магния, калия и водорода.

Представители третьего типа свидетельствуют, повидимому, о низкой температуре газов, из которых эти звезды состоят. Возможно, что эти звезды

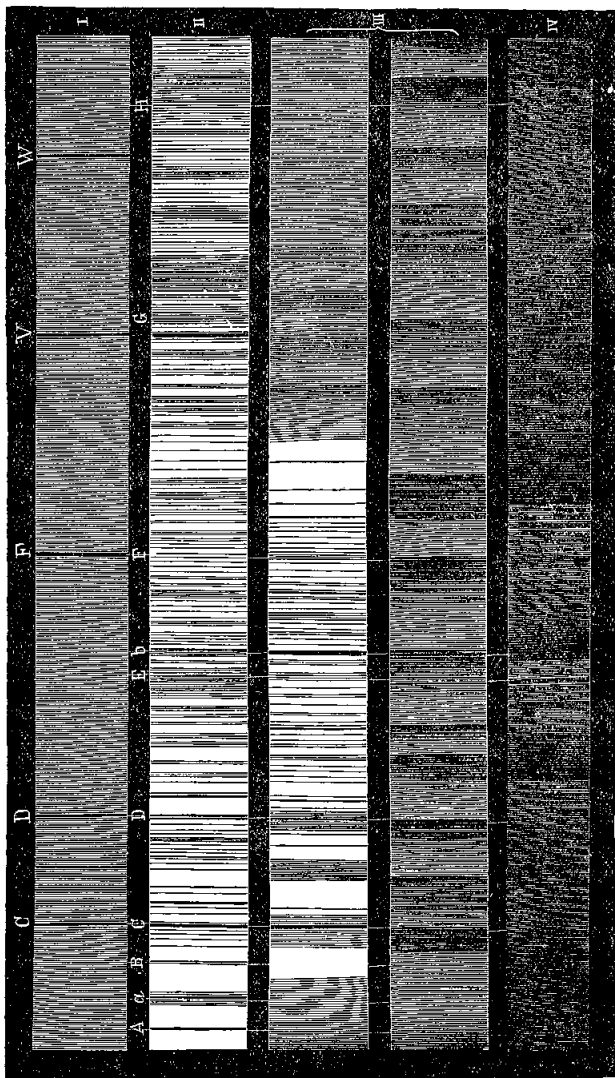


Рис. 149. Главные типы звездных спектров.

старее и холоднее других светил и посылают в пространство свои последние лучи. Свет звезд оказывает химическое действие на фотографическую пластинку; в последнее время звездная фотография и фотография спектров небесных светил достигла больших успехов.

Яркость некоторых звезд, как показывают наблюдения, подвергается довольно сильным изменениям и колебаниям.

Повидимому, на этих далеких солнцах жизнь бьет ключом, — там, по всей вероятности, происходят потрясающие по своей силе бури в огненном океане раскаленных газов, какие бывают на поверхности нашего Солнца.

Подтверждением этой гипотезы служат так называемые временные, или новые, звезды, которые внезапно вспыхивают на небосклоне, горят некоторое время очень ярко и затем исчезают; так, в августе 1572 года в созвездии Кассиопеи неожиданно появилась новая звезда.

По описанию знаменитого датского астронома Тихо де Браге, лично ее наблюдавшего, эта гостя Кассиопеи своим блеском превосходила Сириуса, Веги и Юпитера; ее можно было сравнить только с Венерой, когда та находится в своем наибольшем блеске.

В декабре 1572 года яркость новой звезды стала уменьшаться, по своему блеску она сравнялась с Юпитером. Ослабление света шло дальше; в январе 1573 года новая звезда блесла слабее, чем Юпитер, в марте это уже была новая звезда первой величины, в мае — второй величины и т. д. В декабре 1573 года она обратилась в звезду пятой величины, два месяца спустя — в звезду шестой величины и, наконец, бесследно пропала из виду, «просуществовав» 17 месяцев.

Аналогичное явление наблюдалось Кеплером и Галилеем в октябре 1604 года в созвездии Змеержка. Блеск новой яркой звезды стал постепенно ослабевать; спустя 15 месяцев после своего появления прищелица исчезла, не оставив после себя никаких следов.

В 1670 году загорелась блестящая звезда в «голове» Лисицы; весьма интересны были последние моменты ее существования, — она то угасала, то вспыхивала вновь судорожно трепещущим светом, пока не исчезла окончательно.

Такие звезды называются временными; они появляются сравнительно редко, — за все время нашей эры мы знаем только 24 случая появления таких звезд.

Каким же образом можно объяснить себе это явление? Предположение, что временные звезды — новые создания природы, не выдерживает никакой критики; повидимому, это светила, которые существуют с незапамятных времен и удалены от нас на такие ужасающие расстояния, что совершенно недоступны не только невооруженному глазу, но сильнейшему из наших телескопов. Но вот происходит какой-нибудь колоссальный переворот: гигантский взрыв огромных масс раскаленного водорода — один из тех взрывов, которые несколько напоминают катастрофы, взбудораживающие

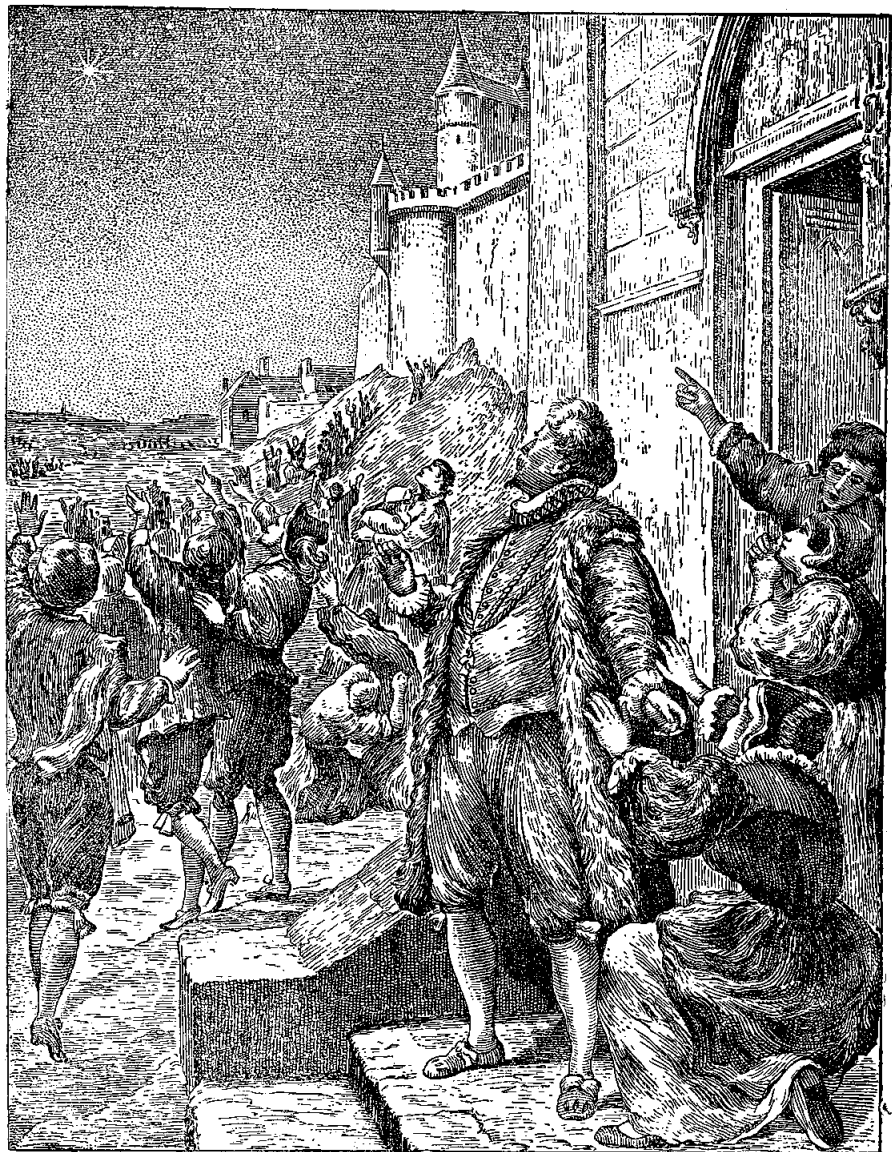


Рис. 150. Тихо де Браге наблюдает звезду, внезапно появившуюся в 1572 году.



солнечную хромосферу; в результате получается нечто в роде исполни-ского пожара, и доселе не видимая звезда вдруг ярко загорается на небе. Затем взрывы ослабевают, пожар мало-помалу прекращается, и ослепительная звезда начинает меркнуть, пока окончательно не скроется из виду<sup>1</sup>.

Наряду с этими сильными и неожиданными переверотами известны также правильные изменения в яркости света некоторых звезд, получивших название периодических.

Из периодических звезд самой замечательной считается  $\alpha$  (омикрон) Кита — Дивная, Мира. Эта звезда периодически достигает яркости звезды второй величины, напоминая своим видом  $\alpha$  Большой Медведицы; такой блеск она сохраняет в течение 15 дней, затем она начинает бледнеть, и свет ее, бывший сначала желтым, слабеет все больше и больше, переходя в красный, и, наконец, дойдя до девятой величины, звезда исчезает совершенно. Через пять месяцев она появляется снова в форме маленькой бледной звездочки; теперь яркость ее увеличивается с каждым днем, доходит до своего предела, именно, до блеска звезды второй величины, останавливается на этом в течение указанного выше времени, а затем с ней опять начинается прежняя история. Это явление происходит периодически в промежуток времени в 332 дня.

Самое правдоподобное объяснение этого явления состоит в том, что звезда, по всей вероятности, периодически выбрасывает большие массы раскаленных паров.

Явление это аналогично периодическому возрастанию числа солнечных пятен, с той разницей, что, во-первых, на Солнце этот период длится 11 лет, а на Дивной Кита — всего 332 дня, во-вторых, этот процесс происходит здесь в несравненно более обширных размерах, чем на Солнце.

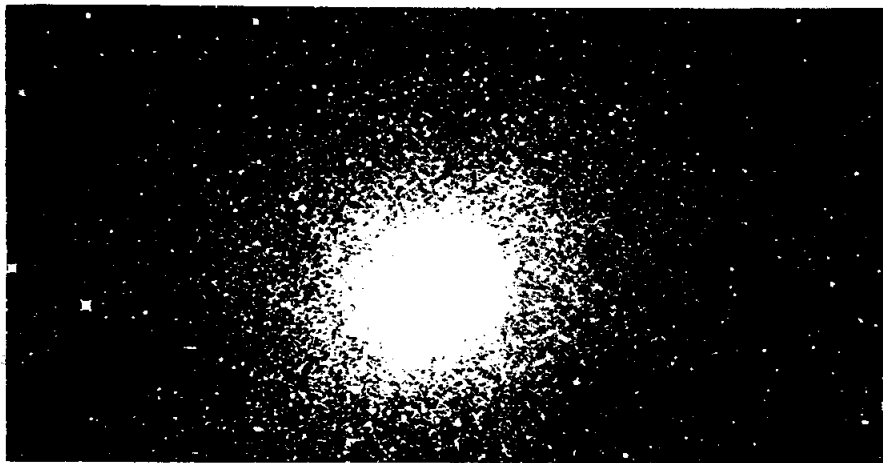
Интересна переменная звезда Альголь ( $\beta$  Персея). Альголь сохраняет вид звезды второй величины в течение 2 дней и 11 часов, затем свет ее начинает быстро ослабевать; через  $2\frac{1}{2}$  часа Альголь представляет собой уже звезду  $3\frac{1}{2}$ -й величины, но спустя 5 или 6 минут яркость ее опять увеличивается, так что через 10 часов после начала изменений Альголь принимает свой первоначальный вид. Это явление объясняется совсем иначе, чем изменчивость Дивной Кита.

Альголь, это далекое солнце, имеет обращающегося вокруг него спутника — менее яркую звезду. Период обращения обеих звезд около их общего центра тяжести составляет 2 дня 21 час. Когда сравнительно слабо светящийся спутник Альголя становится перед более яркой звездой, то общий свет системы этих двух звезд для нас ослабевает, потому что происходит затмение яркой звезды. Затмения при движении спутника повторяются периодически, и потому видимый нами блеск Альголя

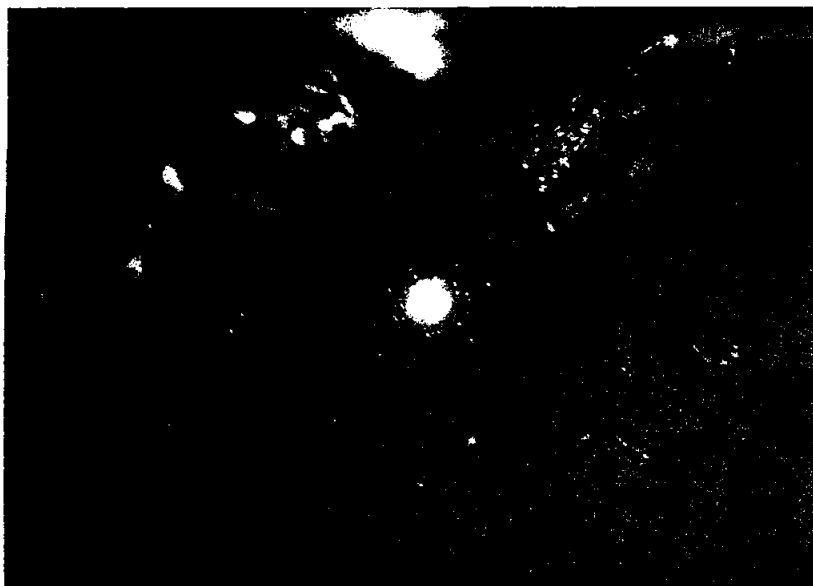
---

<sup>1</sup> Новые данные об этих временных звездах и об описываемых ниже переменных звездах даются в дополнительных главах. — *Прим. ред.*

ТАБЛИЦА VII



Фотография звездного скопления в созвездии Центавра.



Фотография участка Млечного пути.

периодически меняется. Обе звезды находятся так близко друг к другу и так далеко от нас, что даже в самые сильные телескопы не видно, что тут на самом деле не одна звезда, а две. Однако объяснение изменчивости блеска Альголя, приведенное выше, безусловно правильно, как это было подтверждено данными спектрального анализа.

Альголь — не единственная звезда такого рода. Астрономам известно еще много других звезд, меняющих блеск подобно Альголю и по той же причине. Попробуйте как-нибудь вечером проследить изменения, происходящие с Альголем. Многие любители звездного неба приносят науке большую пользу, тщательно определяя блеск переменных звезд путем их сравнения с соседними звездами постоянной яркости.

Стрелец содержит много переменных звезд; переменными звездами являются также  $\delta$  Весов,  $\lambda$  (лямбда) Тельца,  $\delta$  Цефея,  $\eta$  Орла,  $\beta$  Лиры и многие другие.

Звезда  $R$  Щита Собесского изменяется с четвертой до восьмой величины; Мира Кита — с второй до девятой,  $\chi$  (хи) Лебеда — с четвертой до тринадцатой.

Итак, для объяснения изменчивости света переменных звезд существует несколько гипотез:

1. Сильные и быстрые изменения, происходящие в фотосфере звезд; периодичность этого процесса имеет сходство с периодическим изменением количества солнечных пятен.

2. Затмения, обуславливаемые прохождением слабо светящихся звезд, которые движутся около яркой звезды-солнца.

До сих пор мы занимались одиночными звездами; перейдем теперь к рассмотрению так называемых сложных звезд.



**Двойные, тройные и более сложные звезды**

Многие звезды кажутся невооруженному глазу простыми, тогда как в действительности они двойные, тройные и т. д. Представьте себе две, три, четыре, пять звезд, настолько близких друг другу, что свет их сливается и оставляет в нашем глазу совершенно такое впечатление, как будто бы он исходит из одной светящейся точки. Но при наблюдении в телескоп их можно различить и видеть отдельно две, три или четыре звезды.

Интересно, что звезды эти часто бывают различного цвета, — одна, например, белая, другая синяя, красная или зеленая. Некоторые из этих чудесных пар остаются неподвижно на одном и том же месте, другие находятся в движении, то есть одно светило, более слабое, кружится вокруг другого, более сильного.

Необходимо заметить, что если мы в телескоп видим вместо одной звезды две, то это еще не значит, что перед нами действительно двойная звезда, или пара. Очень часто бывает, что телескоп открывает вторую звезду, не видимую простым глазом, которая кажется расположенной вблизи первой только вследствие действия перспективы; нам кажется, например, что два дерева, расположенных на равнине одно за другим в направлении луча зрения, касаются друг друга, хотя в действительности их отделяет большое расстояние.

То же самое может быть и со звездами. Чтобы сказать, что наблюдаемые две звезды представляют собой одну двойную, необходимо убедиться, что эта пара либо имеет общее движение в пространстве, либо одно из светил вращается вокруг другого.

Многие из двойных звезд открыты довольно давно, составляют системы, характеризующиеся относительно быстрым движением, — так, некоторые звездные пары на наших глазах совершили уже несколько полных оборотов; другие сделали только часть своего пути, но такую значительную, что на основании этой части можно вычислить всю орбиту; третьи начертили только незначительную дугу, по которой нельзя составить себе представление о величине всей орбиты, но которая ясно указывает на вращательное движение одного из солнц. Наконец, звезды некоторых пар, как оказа-

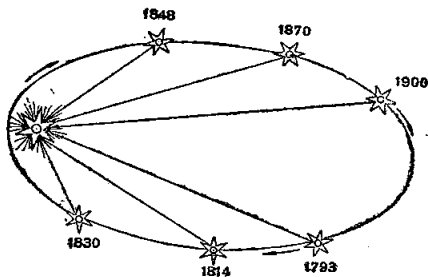


Рис. 151. Система двойной звезды в созвездии Девы.

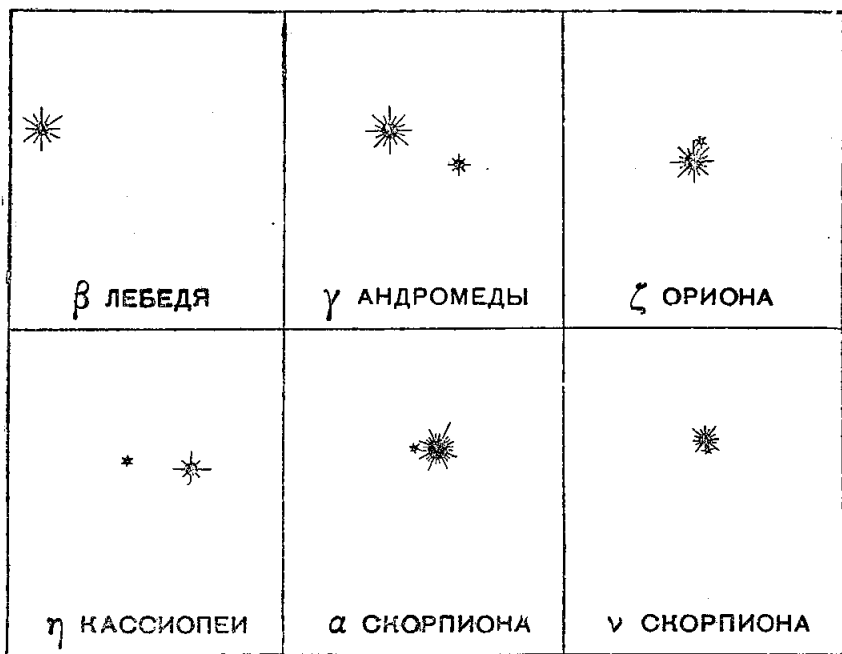


Рис. 152. Двойные звезды.

лось, движутся по прямой линии друг мимо друга, отсюда, естественно, необходимо было заключить, что данные пары вовсе не представляют собой системы двойных звезд, а близость их оказалась чисто перспективной.

Время обращения различных пар весьма различно. Так, например, слабая звездочка, обозначенная номером 41 в каталоге двойных звезд, составленном Дайсоном, состоит из двух солнц, обращающихся друг около друга в  $4\frac{1}{2}$  года. Звезды, составляющие  $\xi$  (кси) Большой Медведицы, имеют период обращения 60 лет. Блестящая пара  $\gamma$  Девы состоит из двух равных по величине желтых солнц, вращающихся около оси и тяготеющих к общему центру тяжести, вокруг которого они совершают полный оборот в  $182\frac{1}{2}$  года. В звездную систему  $\zeta$  Рака входят три звезды; вторая обращается вокруг первой в 58 лет, а третья около двух других — в 600 лет, описывая сложные кривые, которые были открыты мной в 1873 году.

Наконец, существуют звездные системы с периодом обращения в тысячу и даже несколько тысяч лет; к ним относятся  $\gamma$  Льва,  $\epsilon$  Лиры, Полярная звезда и др.

Звездные пары отличаются большим разнообразием как в отношении величины составляющих их звезд, так и в отношении расстояний, отделяющих одно светило от другого. Многие пары состоят из звезд, совершенно одинаковых по своим размерам, у других пар оба светила сильно разнятся друг от друга своей величиной. Солнце—спутник Сириуса был открыт «математически» на основании возмущений, замеченных у этой звезды в 1844 году; в 1862 году с помощью усовершенствованного телескопа действительно удалось найти это очень маленькое по своим размерам светило. Возможно, что этот спутник есть нечто вроде Юпитера, обращающегося около своего солнца, и представляет собой планету, посылающую отраженный свет, получаемый от Сириуса <sup>1</sup>.

Большая часть двойных звезд белого или желтого цвета; известны сотни систем, где составляющие светила имеют различные цвета, из них около 100 состоят из ярко окрашенных звезд, одна из которых — центральная — оранжевого цвета, а другая — спутник — голубого или зеленого <sup>2</sup>.

Каждое из солнц-близнецов, образующих двойную звезду, по всей вероятности, имеет свою систему планет; эти планеты, как надо полагать, вращаются по различным орбитам около каждого из этих родственных светил.

Какое же распределение времени должно быть у этих удивительных планет? Довольно оригинальное, а именно — должны между собой чередоваться:

- 1) день, когда планета освещается двумя солнцами сразу;
- 2) обыкновенный день со светом одного солнца;
- 3) обыкновенный день со светом другого солнца;
- 4) несколько часов полной ночи, когда оба солнца окажутся под горизонтом.

Какое великолепное и вместе с тем странное, фантастическое освещение должны давать эти солнца каждое порознь и затем вместе взятые! Дни — голубые, фиолетовые, ярко-красные, зеленые, синеватые! Может ли воображение поэта или фантазия живописца создать подобный мир сказочных красок с такими удивительными световыми эффектами?

Что остается сказать о тройных и четверных системах звезд? Их планеты вовсе не знают, что такое ночь; тут астрономия совсем не могла зародиться, потому что жители этих миров никогда не видели звездного неба!

В сложных звездных системах происходит, как мы видели, вращательное движение одного светила около другого. Но звезды, кроме того, обладают еще собственным движением, о чем мы и побеседуем в следующей главе.

---

<sup>1</sup> Это предположение не оправдалось. Новое о спутнике Сириуса читатели найдут в дополнительных главах. — *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Зеленоватый цвет у звезд в действительности не существует и появляется лишь вследствие явления контраста в соседстве с более яркой желтоватой звездой. — *Прим. ред.*

Движения звезд

Собственные движения звезд. — Вековые изменения в небе.

Теперь не подлежит более никакому сомнению, что неподвижных звезд нет совсем. Каждое из этих отдаленных светил несется в беспредельном пространстве с такой скоростью, что наше воображение совершенно отказывается постигнуть ее.

От этих далеких очагов тепла, от этих раскаленных огненных горнов, разбросанных в безднах мирового пространства, нас отделяют колоссальные расстояния в сотни и тысячи миллиардов километров, но, несмотря на это, с помощью телескопа удалось все-таки проследить движения этих солнц, которые из-за дальности расстояния кажутся нам мелкими светлыми точками, рассыпанными по небосводу. Но какую ничтожную величину для этих звездных перемещений дает сильнейший из наших телескопов! Возьмем для примера звезду Арктур. Собственное движение Арктура составляет почти  $2\frac{1}{3}''$  дуги в год; принимая во внимание, что это светило отстоит от нас на 390 миллиардов километров, нашли, что, для того чтобы передвинуться в год на  $2\frac{1}{3}''$  дуги в пространстве, Арктур должен двигаться со скоростью 136 километров в секунду, или 490 тысяч километров в час; чтобы передвинуться на расстояние, занимаемое кажущимся диаметром Солнца, эта звезда должна лететь 825 лет с показанной выше скоростью.

Чтобы заметить движение звезды, требуются многолетние кропотливые телескопические исследования. Арктур пробегает 490 тысяч километров в час, а между тем, с тех пор как древние астрономы заметили эту звезду, то есть 2—3 тысячи лет назад, она, как кажется невооруженному глазу, вовсе не тронулась с места.

Благодаря непрестанному движению звезд взаимное расположение их на небе незаметно меняется, — через несколько десятков тысяч лет созвездия будут выглядеть совсем иначе, чем теперь.

Через 50 тысяч лет Большая Медведица изменится настолько, что утратит совсем теперешнюю форму, которая дала повод назвать это созвездие Колесницей. От подобия колесницы не останется и следа, как это видно из рис. 153.

50 тысяч лет назад Большая Медведица опять-таки имела совсем иной вид, чем теперь, как это показано на рисунке.

50 тысяч лет — вовсе не большой промежуток времени, если принять во внимание, что земной шар существует уже миллиарды лет.

Звездное небо меняет свой вид беспрестанно, хотя мы этого не замечаем; звезды передвигаются по всем направлениям в беспредельном пространстве с невероятной быстротой, что совершенно опрокидывает наши обычные представления о неподвижности и неизменности этих далеких и молчаливых светил.

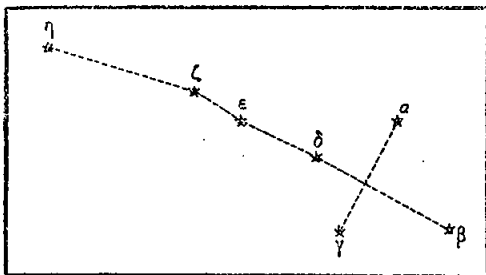
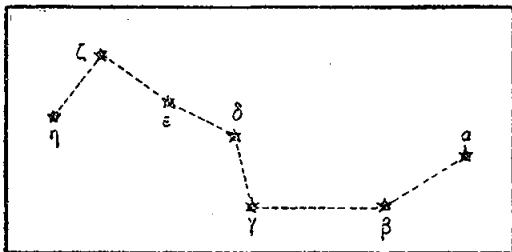
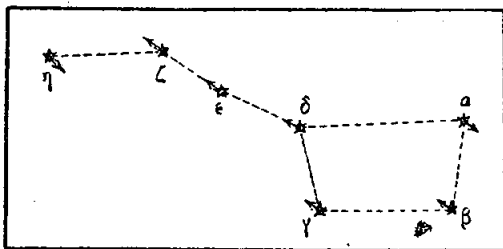


Рис. 153. Вид Большой Медведицы в настоящее время (*вверху*); вид Большой Медведицы через 50 тысяч лет (*в середине*); вид Большой Медведицы 50 тысяч лет назад (*внизу*).

такие же линии поглощения, какие наблюдаются в спектре данной звезды.

Направим на экран, где находится звездный спектр, другой, такой же самый, но полученный искусственно. Если звезда неподвижна, то спектры сольются и мы ничего особенного не заметим; если же звезда движется, приближаясь к нам или удаляясь от нас, то это тотчас же отразится на ее спектре. Допустим, что она приближается. Тогда световые волны сделаются несколько короче и преломляемость их увеличится, а вследствие этого цвет-

Как мы заметили уже, перемещение звезды удается заметить только с помощью сильных телескопов, причем наблюдения приходится делать в течение довольно продолжительного времени, так как многие звезды в течение года описывают на небе дугу менее  $1''$ .

Но если звезды движутся в направлении луча зрения прямо к нам или от нас, тогда телескоп бессилен, — он не может нам дать никаких указаний, потому что в этом случае звезда никакой дуги на небе не описывает.

В данном случае астрономии выручила физика, — место обычного телескопа занял телескоп со спектроскопом, с помощью которого и удалось решить трудную проблему.

Пропуская звездные лучи сквозь стеклянную призму, мы получаем, как известно, спектр звезды с теми или иными линиями поглощения. Такой же спектр мы можем получить искусственно, — для этого нужно пропустить сквозь призму лучи света, которые предварительно прошли через трубку, наполненную газами, дающими точно



ные линии спектра несколько изменяют свой цвет. Предположим, что оба источника света дают одну и ту же характерную натриевую линию; наложив спектры один на другой, мы заметим, что они не совпадают, — линия звездного спектра отклонится в сторону от такой же линии, полученной в лаборатории, причем это отклонение будет направлено в сторону фиолетового конца спектра, если звезда приближается, и в сторону красного конца, если она удаляется.

Величина отклонения дает возможность определить скорость, с какой звезда несется вдоль линии, по которой мы смотрим на звезду с Земли.

Вот к каким результатам пришли астрономы в отношении некоторых звезд:

Звезды, удаляющиеся от нас со скоростью (километры в секунду)	Звезды, приближающиеся к нам со скоростью (километры в секунду)
Кастор . . . . . 3	Альтаир . . . . . 33
Капелла . . . . . 30	Вега . . . . . 14
Бетельгейзе . . . . . 21	Арктур . . . . . 5
Альдебаран . . . . . 54	$\alpha$ Лебедя . . . . . 4
Ригель . . . . . 23	Сириус . . . . . 8
	Процион . . . . . 4
	$\alpha$ Центавра . . . . . 22

Само собой понятно, что эти скорости представляют собой как собственное движение звезд, так и соединенное с ним перемещение нашей солнечной системы в пространстве.

Вега приближается к нам со скоростью 14 километров в секунду, это значит, что наше движение, сложенное с ее движением, дает в сумме выпеприведенную скорость. Наоборот, Кастор удаляется от нас со скоростью 3 километров в секунду; эта скорость является равнодействующей двух движений — его собственного и нашей Земли.

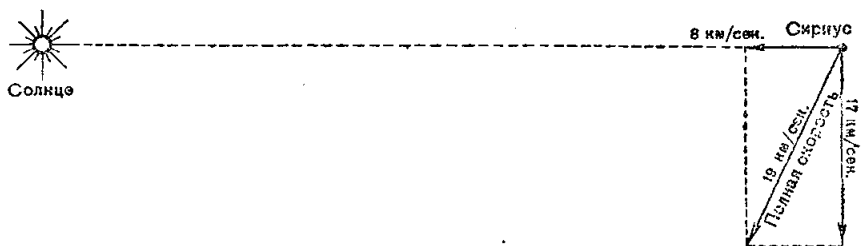


Рис. 154. Движение Сириуса.

Годовое движение звезды, перпендикулярное к лучу зрения, и движение ее по лучу зрения совершаются одновременно. Так, например, Сириус имеет годовое перемещение, которое равняется дуге в  $1''{,}32$  и может быть

замечено в телескоп, это значит, что Сириус перемещается перпендикулярно к лучу зрения со скоростью 17 километров в секунду.

Складывая два его движения, из которых одно перпендикулярно к другому, мы находим, что истинное движение Сириуса совершается по наклонной линии, являющейся равнодействующей этих двух движений, со скоростью 19 километров в секунду. На рис. 154 представлено разложение движения Сириуса. Если путь, пройденный Сириусом в течение года, изобразить на рисунке длиной в 1 сантиметр, то Солнце следовало бы, сохраняя тот же масштаб, поместить на расстоянии в 13,5 километра.

Многие звезды так именно и перемещаются, как Сириус, то есть косо по отношению к Солнцу. Яркость звезд заметно не меняется, несмотря на изменяющееся расстояние. Четыре тысячи лет назад Сириус был такой же блестящей звездой, занимал такое же царственное место на небе благодаря своему необыкновенному блеску, как и теперь, а между тем за это время он успел приблизиться к нам на много миллионов километров. Это происходит оттого, что расстояние, пробегаемое самой быстрой звездой за тысячу лет, составляет лишь ничтожно малую долю того расстояния, которое отделяет нас от нее. Поэтому изменение в блеске звезд, вызванное изменением расстояния до них, станет заметным лишь через десятки тысяч лет.

Альтаир приближается к нам со скоростью 33 километра в секунду. Двигаясь с такой скоростью, это светило через тысячу лет приблизилось бы к нам, но продолжало бы испускать свет все тот же, какой оно испускает теперь, потому что за эту тысячу лет Альтаир пробежит только несколько тысячных того расстояния, которое отделяет нас от него, и вызванное этим изменение в его яркости будет ничтожно мало.



Бесконечная вселенная

Каждый, обращающий свои взоры к звездному небу, не может не заметить там длинной полосы бледномолочного цвета. Можно подумать, что это дорога, проложенная по усеянной звездами равнине.

Эта светлая извилистая дорога, точно гигантская арка, переброшенная с одного края неба на другой, называется Млечным путем. Мы видим только ту часть его, которая находится над нашим горизонтом; если бы Земля была прозрачна, мы могли бы видеть весь Млечный путь, который в виде широкого пояса целиком охватывает небосвод.

Направим телескоп в одну какую-нибудь точку этого белого пояса, — в поле зрения тотчас засверкают маленькие во множестве рассыпанные блестящие искорки. Каждая искорка — это звезда. В течение четверти часа перед нашими глазами пройдут тысячи таких звезд. В. Гершель насчитал их 1 тысячу на протяжении 5 квадратных градусов в созвездии Лебеда.

Весь Млечный путь заключает в себе около 18 миллионов звезд. Эти звезды, которые большей частью слабее шестой величины, так сильно сгущены вместе, что производят впечатление светлого легкого облака. Нам кажется, что они касаются друг друга, но это только действие перспективы, на самом деле звезды Млечного пути удалены друг от друга на огромные расстояния.

Таким образом, Млечный путь представляет собой не что иное, как гигантский рой звезд. Звездные рои встречаются также в других частях неба. Посмотрите на известную в глубокой древности группу Плеяд. Если вы обладаете хорошим зрением, то вы различите невооруженным глазом в этом туманном пятне шесть звезд: Альциону (третья величина), Электру и Атланту (четвертая величина), Меропу, Майю и Тайгету (пятая величина). Люди, отличающиеся замечательно острым зрением, видят в Плеядах еще несколько звезд седьмой величины — Плебону, Астерону I и II и Целену.

Но взгляните в зрительную трубу, даже очень слабую, и вы будете поражены необыкновенным великолепием множества звезд, как бы по мановению волшебного жезла блеснувших в окуляре.

В созвездии Центавра сгруппирован звездный рой, состоящий из многих тысяч блестящих солнц, подобных нашему. В созвездии Южного Креста есть маленькая звездная группа: в ней 110 звезд седьмой величины, и каких удивительных! Все они сверкают, как самоцветные камни чистой воды, — тут встречаются и рубиново-красные цвета, и изумрудно-зеленые, и сапфирно-голубые. Настоящая коллекция редких драгоценностей! Но как удалена она от нас! Искрящийся свет этих небесных бриллиантов

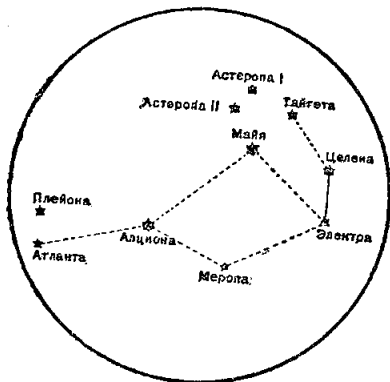


Рис. 155. Плеяды, видимые простым глазом при очень хорошем зрении.

употребляет не одну сотню лет, чтобы дойти до нас. Некоторые звездные кучи находятся еще дальше; может быть, какие-нибудь из этих светил давным-давно потухли, а мы все еще продолжаем любоваться их восхитительным блеском!

Звездные рои разбросаны в различных местах небесного свода. Таких роев известно более тысячи. Многие из них имеют правильную форму: звезды располагаются в них в виде кучи, раскинувшейся кругообразно, как это мы видим в скоплениях в созвездиях Центавра и Тукана.

Но некоторые скопления имеют в высшей степени фантастические очертания, как, например, скопление звезд в созвездии Гончих Псов; тут звездный рой имеет вид туманной извивающейся спирали, удивительное строение которой было открыто сильным телескопом лорда Росса и подтверждено фотографией. Созвездие Гончих Псов находится на близком расстоянии от Большой Медведицы, под «ручкой» образуемого ею «ковшика».

Перейдем теперь к настоящим туманностям, рассеянным в различных уголках неба. В ясную зимнюю ночь посмотрите внимательно на то место, которое находится под поясом Ориона. Вы заметите или, скорее, угадаете здесь туманное пятно, вспыхивающее неясным, колеблющимся светом. Но наведите сюда трубу, даже очень слабую, и вы различите красивую четверную звезду  $\theta$  (тега) Ориона, окруженную весьма интересной туманностью: эта туманность не представляет собой скопления звезд, тут в сильнейший телескоп нельзя увидеть ни одной звезды, — перед нами газообразное вещество, испускающее зеленоватый свет.

Что это вещество есть газ — несомненно; спектр его включает в себе отчетливые яркие линии, отделенные друг от друга темными промежутками. Эта красивая туманность отличается обширными размерами; она в миллион раз больше, чем вся наша солнечная система. Из туманностей с неправильными очертаниями заслуживают внимания туманность в Щите Собесского и в созвездии Дракона. Большая Медведица имеет круглую туманность; в центре ее находятся две звезды, окруженные темными кругами, что и поддало повод сравнить их с глазами совы, отчего вся туманность носит название «совиной».

Эти туманности, эти скопления светящихся газов представляют собой, по всей вероятности, как уже предполагал В. Гершель, массы той космической материи, которая дала начало всем мировым солнцам, планетам

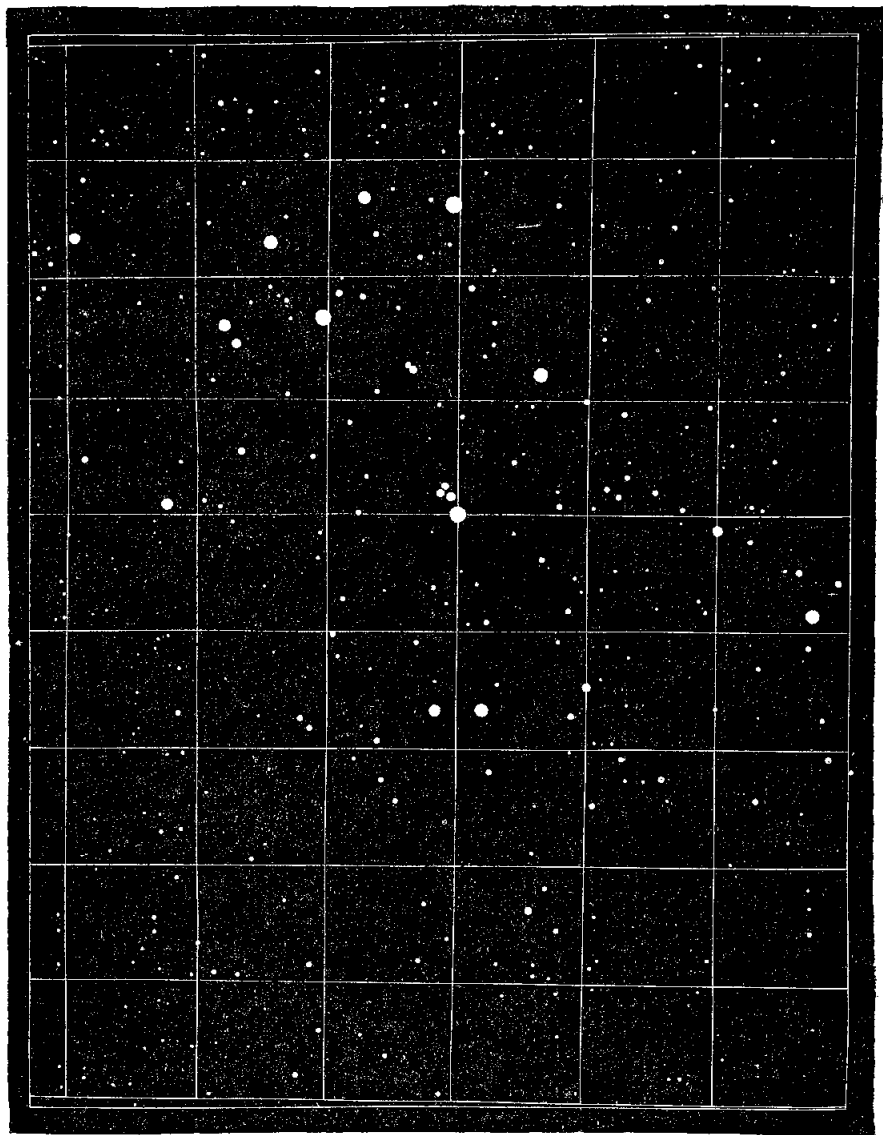


Рис. 156. Плеяды, рассматриваемые в телескоп.

кометам, словом, всей необъятной вселенной. Крайне разреженное вещество туманности с течением времени уплотняется, образуя одно или несколько ядер. Такие ядра, сгущая вокруг себя окружающее их газообразное вещество, все более и более увеличиваются в объеме и становятся звездами. Благодаря сильному взаимному притяжению эти звезды держатся вместе, образуя большие звездные рои. При достаточном уплотнении и сгущении туманность превращается в солнце; вращение новообразовавшегося светила создает огромную центробежную силу; под ее влиянием отрываются в пространство большие массы светящейся материи, которые начинают вращаться вокруг солнца, породившего их, принимают сферическую форму и, постепенно охлаждаясь, становятся планетами.

Такова наиболее вероятная космогоническая теория образования звездных, то есть солнечных, и планетных миров, теория, о которой мы имели случай говорить раньше в главе о происхождении Земли и Солнца <sup>1</sup>.

Спектральный анализ является подтверждением этой теории; спектр туманностей указывает, что эта космическая материя состоит в большинстве случаев из азота, гелия, водорода и кислорода, то есть из наиболее легких газов.

Форма туманностей, как мы заметили уже, очень разнообразна. Известны туманности эллиптические, чечевицеобразные и шаровые; большое Магелланово облако, расположенное на расстоянии 20° от Южного полюса, содержит сотни туманностей, десятки звездных рос и сотни тысяч звезд, занимаемая пространство в 42 квадратных градуса.

Туманности, повидимому, подвергаются сильным изменениям; некоторые меняют свой вид почти до неузнаваемости, бледнеют, скрываются из виду совершенно и затем появляются снова, как, например, туманность созвездия Кита.

Существуют еще очень любопытные двойные туманности, как, например, в созвездии Водолея, Большой Медведицы и пр. Таким образом, перед нашими глазами чрезвычайно медленно проходит картина образования новых миров; но то, что мы видим сейчас, происходило давным-давно, — свет этих бледных туманностей, затерянных в бездонной глубине небес, употребляет, по вычислениям астрономов, несколько миллионов лет, чтобы добраться до нас.

Мы дошли до начала мироздания. Прошедшее встает перед нами из бездны веков, природа показывает нам, как зарождались новые миры, новые звезды. Каждая из этих звезд есть солнце, похожее на наше, окруженное, без сомнения, целой системой планет, кружащихся около него, как около могучего центра притягательной силы; на каждой из этих планет рано или поздно начинает зарождаться жизнь, приспособленная к данным внешним условиям, — появляется множество живых существ самого разнообразного вида.

<sup>1</sup> Поразительные успехи, достигнутые за последние годы при изучении звездных скоплений и туманностей, изложены в дополнительных главах. — *Прим. ред.*

ТАБЛИЦА VIII



Фотография туманности в созвездии Ориона.

Теперь является вопрос: имеют ли все солнца, планеты, звезды, простые и двойные, туманности, звездные рои и т. д., словом, имеет ли вся вселенная один общий центр тяготения, вокруг которого все вертится? Планеты кружатся около Солнца, почему бы и солнцам не кружиться около какого-нибудь одного мирового гигантского центра? Философы Кант и Ламберт в XVIII веке высказали мысль, что звездный мир должен быть устроен по тому же плану, что и планетный, то есть звезды должны описывать такие же орбиты, как и планеты. Но самые тщательные исследования, произведенные различными астрономами, показали, что звезды, а значит, и наше Солнце не имеют общего центра тяготения, вокруг которого они вращались бы; что движение звезд в пространстве — прямолинейное, а не круговое; с тех пор как производятся научные астрономические наблюдения, не было замечено и следа какой-нибудь дуги, какой-нибудь кривизны в движениях простых звезд; если они и движутся по орбитам, то, вероятно, по таким, по которым полный оборот совершается в десятки миллионов лет. Звезды, по видимому, движутся во всевозможных направлениях и с самыми различными скоростями; много веков еще должно пройти, прежде чем удастся найти тот общий план, по которому совершаются эти движения <sup>1</sup>.

Мы знаем пока, что звезды передвигаются в беспредельном пространстве с невероятной быстротой. Мы часто не замечаем этого, потому что звезды находятся на бесконечно-далеком расстоянии от нас. Наблюдателю, который мог бы освободиться от условий времени и пространства, вселенная показалась бы настоящим муравейником, в котором кишит бесчисленное множество светил, бороздящих небо во всевозможных направлениях. Звезда, которую мы называем нашим Солнцем, мчится с головокружительной быстротой вперед, увлекая с собой нашу Землю и всю планетную систему, по направлению к созвездию Геркулеса и с каждым днем, с каждым годом все глубже и глубже погружается в темные бездны беспредельного пространства.

Так носятся все миры среди бесконечного небесного простора.

Но видимая вселенная с ее сотней миллионов солнц и мировых систем, улетающих в пространство, есть лишь бесконечно-малая часть всей вселенной, всей бесконечности. Вокруг видимой нами сейчас вселенной существует обширное пространство, за которым на невообразимо далеких расстояниях находятся другие вселенные, другие миры, другие солнца с другими планетными системами, и так далее — до бесконечности.

С другой стороны, миллионы лет и даже миллионы столетий, в течение которых, по нашему мнению, совершалось последовательное и постепенное развитие туманностей, солнц и планет, являются лишь одним мимолетным мгновением по сравнению с вечностью. Мы не можем сразу постигнуть все величие необъятной, безграничной, вечной вселенной. В действительности,

---

<sup>1</sup> Теперь установлено, что это не так. Строение звездной вселенной и движение звезд в ней становятся нам все более и более понятными. Смотри дополнения.—  
*Прим. ред.*



вселенная по грандиозности своих размеров, по неисчерпаемому богатству и разнообразию своих сил превосходит все то, что пока добыто наукой, что открыл пытливый ум человека и что может нарисовать его самая пылкая фантазия.

Однако упорство человеческого разума приводит его к новым и новым победам над природой и доказывает, что мир вполне познаваем. Каждый год приносит нам все новые и новые открытия. Озираясь на пройденный нами путь, мы видим, как последовательно развивалась величественная и древнейшая из наук — астрономия. Знание этой науки еще далеко не закончено, многие вопросы еще не решены, многие открытия еще ждут своей очереди.

Мы познакомили читателей только с основными началами астрономии. Те из них, на кого дивное устройство вселенной произвело особенно сильное впечатление, кто хочет знать истину более детально, тот может пойти далее и заняться более основательным изучением этой прекрасной и полезной науки.



# ДОПОЛНЕНИЯ

Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ

---

## І. ЗА ПОЛВЕКА

**Равномерно ли развитие науки? — Новые астрономические приборы и методы исследования.**

Полвека протекло с тех пор, как знаменитый французский астроном — писатель Камилл Фламмарин — написал книгу «Популярная астрономия».

Читая эту книгу, мы удивляемся тому, как много загадок мирового пространства раскрыла перед нами наука, какие обширные сведения накопила она за немногие тысячи лет своего существования и как точны во многих случаях те огромные цифры, которые пестрят перед нашими глазами, когда мы мысленно погружаемся в бездну вселенной.

Действительно, что такое несколько тысяч лет, отделяющие наше время от эпохи первых астрономических наблюдений в Египте и Месопотамии, по сравнению с теми сроками, которыми измеряется возраст небесных тел?

Возраст науки — младенец сравнительно с возрастом человечества, а возраст человечества — ребенок в сравнении с возрастом органической жизни на Земле. Но жизнь на нашей планете возникла, когда поверхность Земли уже достаточно остыла. С тех пор как расплавленно-раскаленная Земля покрылась твердой корой, прошел чудовищно-долгий промежуток времени, и тем не менее возраст нашей Земли с момента ее рождения — это краткий миг в сравнении с возрастом Солнца и других звезд.

Если мы с вами станем писать историю развития нашей планетной системы и каждому небесному светилу будем посвящать число страниц, пропорциональное его возрасту, то что же мы получим?

Пусть на каждый миллион лет мы отвели по одной страничке. Тогда толстенный том в тысячу страниц охватит историю Солнца за миллиард лет, а вся его история от зарождения из туманности до наших дней составит

целую библиотеку в несколько тысяч томов. С историей планет мы встречаемся лишь в последних пяти-шести томах этой библиотеки и лишь в самом последнем из этих тысяч томов находим главу: «Зарождение жизни на Земле». Где тут слово «человек»? Мы ищем его, ищем и находим лишь в начале самой последней страницы этого последнего тома, но там говорится о полудиком человеке ледникового периода.

Лишь в последней строке последней страницы отражен исторический период существования народов. Для истории человечества, с тех пор как Коперник, Кеплер и Галилей положили начало подлинной астрономии, нам остается пространство, занятое одной буквой, а на описание истории последнего полувека — пространство, занятое точкой.

Не поразительно ли, что за краткий миг своего существования пылкий ум человека смог измерить бездны пространства, в сравнении с которыми его рост еще меньше, чем точка в сравнении с числом букв во всех книгах нашей библиотеки. Находясь на крошечной пылинке — Земле, — человек проник в тайны далеких и огромных светил, изучил их движения и смог заглянуть как в глубокое прошлое (когда и самого человека еще не было), так и в глубокое будущее мировых систем.

Еще поразительнее та быстрота, с которой в астрономии накапливаются новые знания и новые открытия.

За тысячи лет, предшествовавшие наблюдениям египетских и халдейских жрецов, люди установили продолжительность года и месяца, rozpoznali главные созвездия и выделили семь блуждающих светил — планет.

За полторы тысячи лет, протекших до Коперника и Галилея, люди научились вычислять наперед, хотя и грубо, положение планет среди звезд, но не имели правильного представления о строении вселенной и законах природы.

За четыре столетия после Коперника человек раскрыл истинное строение солнечной системы и измерил расстояния между ее членами, их вес и размеры, изучил законы их движения, но мир звезд для него все еще был той бездной, где терялся всякий лот исследователя глубин вселенной.

Прошло еще полвека, и человек открыл много новых членов солнечной системы, которых он не знал раньше. Его лот коснулся дна — ближайших звезд, которые оказались удаленными в десятки тысяч раз дальше, чем самые далекие из планет солнечной системы.

Химический состав звезд и скорость их движений стали ему известны. Осуществились первые попытки измерения звездных температур, но размеры звезд, строение вселенной, природа бесчисленных туманностей все еще представлялись ему в очень смутных чертах.

В это время и подвел в своей книге итоги науки Камилл Фламмарин, но астрономия развивается быстрее, чем пишутся книги.

За последние полтора-два десятка лет достигнуто много нового.

Фламмарин с гордостью отмечал, что известны расстояния до 27 звезд, — сейчас их известно около 20 тысяч.

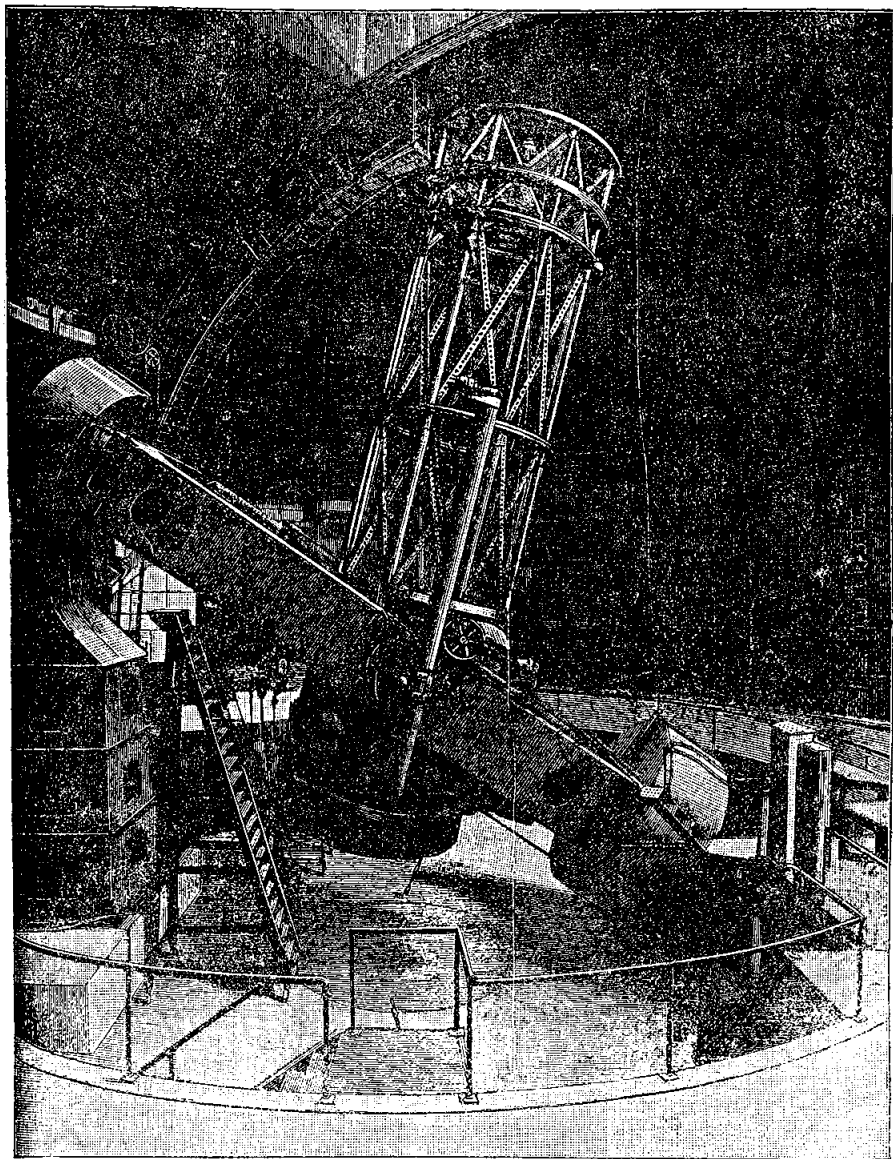


Рис. 157. Самый большой в мире телескоп, имеющий зеркало  $2\frac{1}{2}$  метра в поперечнике.

Число известных нам членов солнечной системы выросло в несколько раз. Измерены скорости полета в пространстве десятков тысяч светил, и для сотен из них измерена температура.

О температуре планет лишь догадывались, теперь мы их знаем. Новые и переменные звезды считали единицами, теперь их считают сотнями и тысячами.

Открыты звездные системы, подобные Млечному пути, и расстояния, измеренные до них, оказались во столько же раз больше расстояний до звезд, о которых говорил Фламарион, во сколько раз последние дальше от нас, чем самые далекие из планет солнечной системы. Размеры известной нам вселенной растут быстрее, чем путь, пройденный падающим телом.

Но дело не только в количестве новых данных,—стали известны принципиально новые данные.

Причина свечения комет и туманностей перестала быть для нас тайной. Истинная природа спиральных туманных образований, удивлявших наблюдателей в течение десятилетий, раскрылась перед нами. Измерены поперечники звезд и определен количественный химический состав многих небесных тел. Природа удивительных полярных сияний, их связь с колебаниями магнитной стрелки и с солнечными пятнами поддается математическому учету. В небесной бездне найдено вещество в таких состояниях, которые земному физику никогда и не снились. Астрономы подсчитывают число атомов вещества в объеме чуть ли не каждого наперстка звездных атмосфер и туманностей и, что не менее важно, выяснили многие явления, происходящие в огненных массах светящегося газа. Они ясны для них в таких мельчайших подробностях, которых даже на Земле не может обнаружить непосредственно самый сильный микроскоп.

Что же продвинуло нас так сильно вперед по пути познания истинного строения и движения вселенной?

Вместе с общим развитием техники развились фотография и техника постройки астрономических приборов — это первое.

Во-вторых, с развитием культуры число ученых, изучающих вселенную, также увеличилось, и их совместным, часто коллективным усилиям стали доступны такие исследования и в таком масштабе, о которых разрозненным одиночкам-ученым прошлого столетия и мечтать не приходилось.

В-третьих, развитие смежных наук, в особенности успехи теоретической физики, в частности теории строения вещества, сделали понятными для астронома многие явления, раньше казавшиеся загадочными или объяснявшиеся неверно.

В прошлом столетии всеобщее удивление вызывали гигантские отражательные телескопы, или рефлекторы (с зеркалом), построенные Вильямом Гершелем и Россом. Эти телескопы выделялись среди всех своих собратьев, как слоны среди мосек. Их изготовляли с огромным трудом, кустарно. Зеркало делали из твердого блестящего металла, который через несколько

лет тускнел, и телескоп, созданный с таким трудом, выходил из строя, — его зеркало приходилось бы делать заново. Вот почему гиганты-рефлекторы прошлого века сохранились лишь на рисунках и в воспоминаниях да в виде кое-каких остатков, с которых время от времени музейные сторожа стирают оседающую на них пыль.

В конце прошлого века вступили в строй огромные телескопы-рефлекторы со сложными (двойными) объективами, диаметры которых достигают 1 метра. Правда, они по своей величине не так грандиозны, как телескопы Гершеля и Росса, они собирают слабый свет небесных светил не в таком количестве, но они почти не портятся от времени. Сейчас, через полвека, они служат нам так же верно, как и в годы своей юности.

В истории науки рефлекторы и рефлекторы вели друг с другом долгую борьбу, и в зависимости от успехов техники побеждал, то есть получал преимущество в глазах астрономов, то один из них, то другой. В начале нынешнего столетия рефлекторы снова взяли реванш, когда мы научились делать зеркала не из металла, а из стекла, которое покрывается химически тонким и ослепительно блестящим слоем серебра. Когда серебряная пленка на стекле потускнеет, ее легко снять и заменить новой, а в последние годы придумали покрывать эти зеркала слоем алюминия. Этот слой прочен и не тускнеет. Теперь самые большие в мире телескопы — это именно рефлекторы. Самый большой из них находится на горе Вильсон (Монт Вильсон) в Калифорнии и имеет зеркало поперечником в  $2\frac{1}{2}$  метра, а сейчас там же строится новый телескоп вдвое большего размера. В него будут видны звезды в несколько миллионов раз более слабые, чем самые слабые из звезд, видимых невооруженным глазом.

Большой телескоп Гершеля, которым ему, однако, недолго пришлось пользоваться, был всего лишь вдвое меньше наибольшего из современных, но какая разница в отчетливости и правильности изображений светил, даваемых этими двумя приборами!

Телескоп Росса нельзя было направить в любую точку неба, а чтобы подбраться к телескопу Гершеля и передвинуть его, приходилось пользоваться системой громоздких лестниц, скрипящих катков и блоков. Сестра Гершеля однажды ночью даже упала с этих лестниц и сильно повредила себе ногу.

Современные телескопы-гиганты передвигаются электрическими моторами. Наблюдатель управляет движением телескопа и купола башни, не сходя с места, и под нажимом пальцем электрической кнопки тысячепудовый гигант послушно поворачивается к тому уголку неба, к которому хочет направить астроном.

Увы, мы не можем ответить на напрашивающийся, вероятно, у читателя вопрос: какое увеличение дают телескопы-гиганты? Теоретически эти телескопы могут увеличивать в несколько десятков тысяч раз, но что в этом пользы, если с ростом увеличения телескопа становится заметнее колебание воздушного океана нашей атмосферы, сквозь которую мы рассматриваем

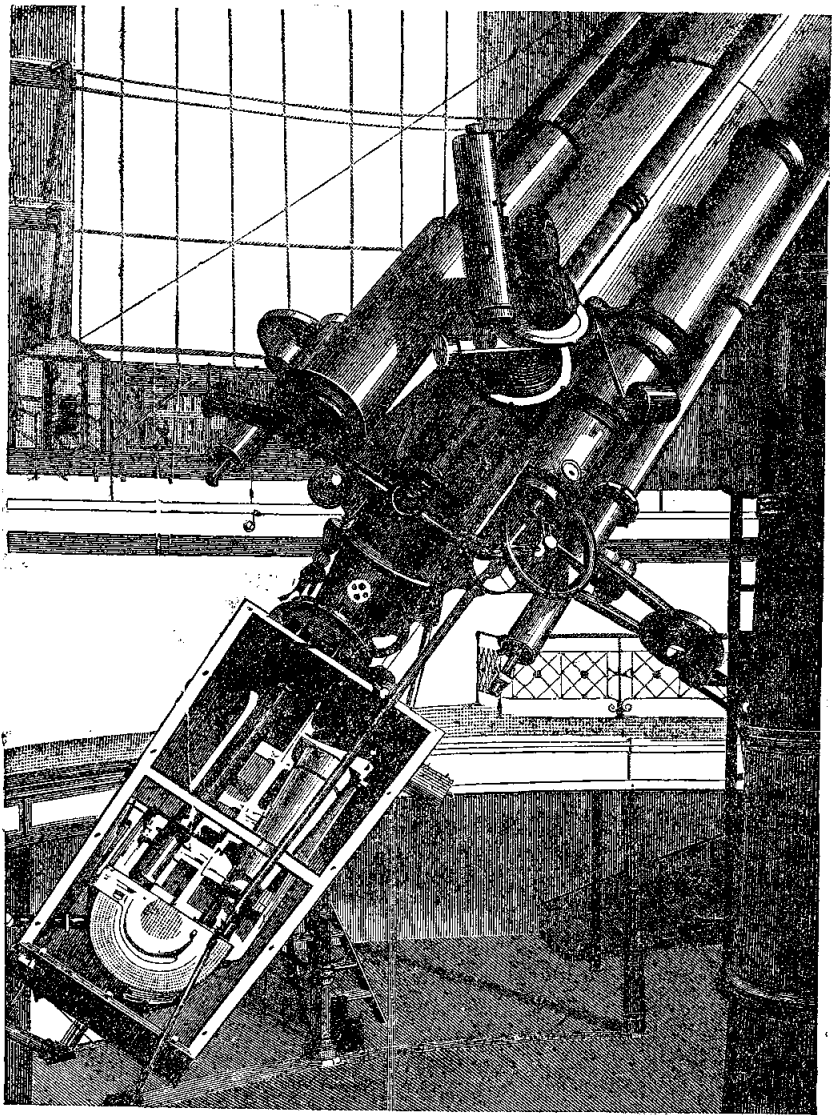


Рис. 158. Спектрограф, привинченный к телескопу, для фотографирования спектров звезд.

весь мир, лежащий за пределами нашей маленькой Земли. Лучи светил, встречая на своем пути струйки воздуха, то и дело преломляются, колеблются, и это мешает рассмотреть подробности на небесных светилах.

Мерцание звезд — это та же игра лучей света, вызванная атмосферой, и чем больше увеличение телескопа, тем расплывчатее изображения светил. Большие телескопы строят сейчас преимущественно для того, чтобы они собирали больше света и показывали более слабые светила. Если света много, то его можно лучше изучать, измерять его напряжение, пропускать его через призму, получая спектр, и т. д.

На базе индустриализации нашей страны советская промышленность скоро приступит к постройке телескопов-гигантов, не уступающих американским.

Не меньшее, а может быть большее, значение приобрело для науки усовершенствование вспомогательных измерительных приборов — фотометров (для измерения яркости звезд), спектрографов (для фотографирования спектров), болометров, радиометров и термоэлементов для измерения энергии света звезд и планет как в его целом, так и в различных частях спектра. Термоэлемент — прибор, в котором под действием тепла возникает электрический ток, который можно измерить легче и точнее, чем температуру. Для астрономических целей такой термоэлемент имеет чувствительность, достаточную, чтобы заметить тепло, излучаемое спичкой на расстоянии 3 километров от прибора. Все это позволяет подробно изучать истинную яркость, движение, размер и температуру небесных светил, лучше изучать законы, по которым в них происходит изменение вещества и энергии.

«Стеклянный глаз» астронома-фотографа уже во многих областях вытеснил непосредственные наблюдения глазом в телескоп. Кто может так точно и верно воспроизвести тончайшую ткань световых лучей комет и туманностей, как это делает фотография?

На фотографии, снятой простым фотоаппаратом — «фотокором» или «туристом», — за пять минут выйдут более слабые звезды, чем те, что доступны хорошему школьному телескопу.

Сравните современную фотографию туманности Андромеды с рисунком той же туманности, сделанным в прошлом столетии лучшим американским наблюдателем Бондом (таблица IX). Сравните их, и все преимущества фотографии — ее способность улавливать тончайшие подробности, бледнейшие блестящие света и воспроизводить их вернее лучшего художника — станут очевидны. Фотографии неба хранятся в обсерваториях как ценнейшие документы по истории неба, как непрерываемые свидетели его состояния в различные моменты его бесконечного существования.

Раньше одипочки-ученые исследовали небо, как могли и умели. Теперь созываются съезды и конференции, на них обсуждаются ближайшие потребности науки, а иногда даже начинаются новые большие предприятия, и работа распределяется между многими обсерваториями разных стран.



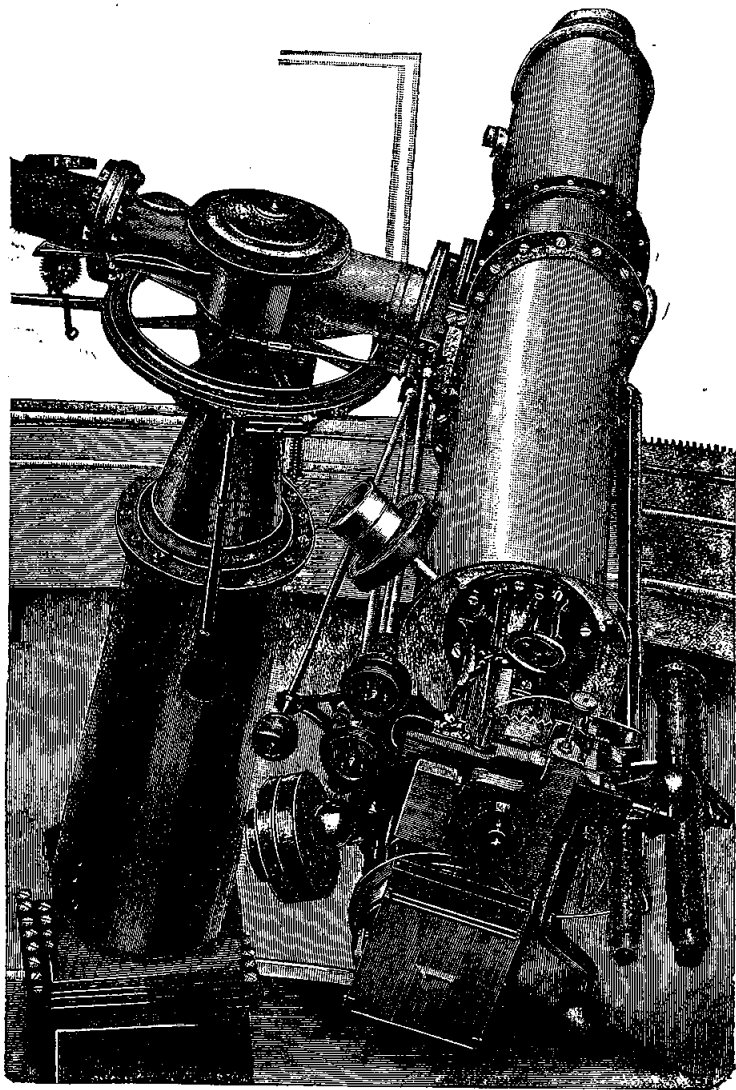


Рис. 159. Большой двойной астрограф для фотографирования звезд.

Во многих государствах, в том числе в СССР, развились массовые организации любителей астрономии, производящих простые и доступные наблюдения над планетами, Солнцем, метеорами, переменными и новыми звездами. Объектов изучения стало так много, что астрономы-специалисты за всем не поспевают. Любители же, работая систематически и в большом числе, обычно энтузиасты своего дела, приносят неоценимую помощь науке. Каждый трудящийся и каждый школьник могут при желании стать такими любителями и вступить в ряды активистов Всесоюзного астрономо-геодезического общества, имеющего отделения в Москве, Ленинграде, Горьком, Одессе, Саратове и других местах.

Физика за последние десятилетия очень развилась, и для астрономии особенно полезными оказались те опыты и теории, которые выяснили строение атомов, то есть мельчайших частиц простейших химических веществ (химических элементов). Вместе с тем выяснились условия, при которых атомы этих веществ испускают свет, имеющий тот или иной спектральный состав. Благодаря этому астрономы смогли связать спектр и другие световые и тепловые свойства звезд с физическим состоянием их вещества и с теми изменениями, которые в нем происходят. В некоторых случаях явления, происходящие в раскаленных массах газа, составляющего мировые тела, мы представляем себе так же отчетливо, как представляем себе механизм какой-нибудь сложной машины. Небесные светила являются для человека как бы гигантскими колбами, в которых происходят в грандиозном масштабе сами собой такие явления, которые создать в виде опыта в земных лабораториях физиков еще невозможно. Природа поставила там вещество в условия, далеко выходящие за рамки тех, какие существуют на Земле естественно или воспроизводятся сейчас искусственно. Благодаря этому формы вещества, изучаемые астрономией, зачастую необычны и важны для физиков, тогда они хотят глубже проникнуть в строение мельчайших частиц земного вещества. Астрономия приглашает их заглянуть в глубь пространства, там к услугам их пытливого ума уже заготовлены бесплатные лаборатории, не прекращающие своей деятельности. Изучайте их, и вы сократите время земных опытов, быстрее решите те вопросы, которые вас занимают.

В книге Фламариона мы исправили приводимые им числа на современные, более точные, кое-где добавили новые факты и взгляды, там, где они не изменяют в корне представлений, излагаемых автором. Есть, однако, такие области современной науки, которые, как новое вино, нельзя влить в старые мехи.

В следующих очерках мы хотим дать нашим читателям краткое представление о некоторых главнейших успехах науки о вселенной, достигнутых за последнее полу столетие.



**Колесание широт. — Солнце участвует во вращении звездной системы. —  
Движение звездных систем.**

Фламарион насчитывал 11 главных движений земного шара, но мы к ним можем прибавить еще 3.

В 1888 году немецкий ученый Кюстнер обнаружил, что географическая широта Берлинской обсерватории, то есть ее расстояние от Северного полюса Земли, немного изменяется: оно то увеличивается, то уменьшается. Чтобы проверить это неожиданное открытие, по международному соглашению, вдоль параллели  $39^{\circ}8'$  северной широты построили 6 маленьких обсерваторий (станций) с единственной задачей — каждый ясный вечер определять географическую широту. Одна из этих станций находится в Советском Союзе, — это местечко Китаб в Узбекистане.

И что же оказалось?

Оказалось, что когда одна из станций приближается к Северному полюсу Земли, то другая станция, лежащая как раз на противоположной части Земли, ровно на столько же удаляется от Северного полюса. Отсюда пришлось заключить, что земной полюс блуждает по поверхности Земли, вернее говоря, весь земной шар в целом немного колеблется, так что ось его вращения проходит все в новых и новых местах внутри ее тела.

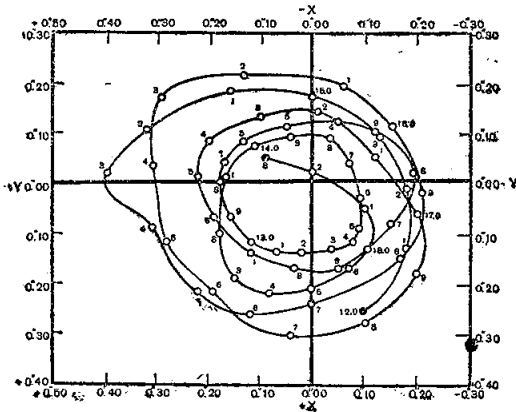


Рис. 160. Вот по такой линии непрерывно блуждают полюсы Земли по ее поверхности.

Если начертить на карте ту линию, по которой как бы движется по поверхности полярных льдов полюс Земли (оба ее полюса движутся одновременно, но в противоположные стороны), то мы получим то, что изображено на рис. 160. Полюсы движутся по спирали против часовой стрелки, но полюс никогда не отходит от своего среднего места больше чем на 5 метров. Это двенадцатое движение Земли, и одна из его причин заключается в изменении распределения масс на земной поверхности: нагромождение льдов зимой и их таяние летом.

Совершенно другого рода движение Земли было обнаружено в результате изучения движения звезд.

Солнце с его планетной семьей входит в состав той гигантской звездной системы, которая состоит из всех видимых нами звезд и созвездий. Эту звездную систему называют Млечным путем, или Галактикой. Мы еще поговорим впоследствии подробнее об этой системе, а пока отметим лишь, что вся эта грандиозная система звезд вращается около своего центра — центра Галактики, центра Млечного пути. Солнце вместе с планетами и рядом с другими звездами участвует в этом вращении. Путь этот, вероятно, эллиптический, как у планет; Солнце совершает его со скоростью 275 километров в секунду и на полный оборот вокруг центра Галактики должно употребить около 224 миллионов лет. Земля и планеты, как ни в чем не бывало, участвуют в этом бешеном беге Солнца, даже не замечая его, а он совершается по тем же законам всемирного тяготения, как и большинство других движений небесных светил.

Это тринадцатое движение Земли — самое быстрое из всех, какие мы сейчас знаем.

Четырнадцатое движение Земли существует, но мы его еще не изучили в подробностях, — это движение всего нашего Млечного пути, или Галактики, по отношению к другим подобным же звездным системам, которых известно уже десятки тысяч. Это движение можно будет выяснить лишь в среднем. Действительно, если рассматривать отдельные звездные системы, то одни из них, оказывается, летят к нам со скоростями, измеряемыми сотнями километров в секунду, другие же удаляются с не менее поразительными скоростями. Тут происходит то же, что при изучении движения солнечной системы по направлению к созвездиям Лиры и Геркулеса: одни звезды летят на нас, другие — от нас, третьи — в сторону, а в общем по отношению к ближайшим нашим небесным соседям мы несемся в определенном направлении и с определенной скоростью.

Четырнадцать движений Земли... Будущее откроет для нас и еще немало других движений, — все в мире движется, все и вечно изменяется.



### III. КАК РОЖДАЮТСЯ МИРЫ

#### Происхождение звездных систем, солнечной системы и Земли.

Камилл Фламмарин описал, как, по мысли знаменитого французского ученого Лапласа, высказанной им полтора столетия назад, могла образоваться солнечная система. Это было его предположение, основанное на тогдашнем уровне научных фактических и теоретических знаний.

Новые успехи науки выдвинули новые факты и вскрыли новые законы природы, заставляющие признать ошибочной гипотезу Лапласа. Например, по гипотезе Лапласа, все спутники должны вращаться вокруг планет в ту же сторону, в какую сами планеты вращаются около Солнца. Между тем теперь известно, что спутники Урана, Нептуна и некоторые другие вращаются наперекор этому правилу.

Английский ученый Джинс нарисовал более правдоподобную картину того, «как это было», когда рождались Солнце и планеты. Но Джинс пошел еще дальше, чем Лаплас, и построил научную догадку, подтверждаемую математическим расчетом. Он рассмотрел даже вопрос о рождении звездных систем, подобных Галактике (нашей звездной вселенной).

Мы замечаем в телескоп и видим на фотографиях огромные шаровые клубы светящегося вещества. Их размеры так же грандиозны, как размеры Галактики, и они охвачены медленным, но величественным вращением вокруг некоторой оси. Если туманность вращается, то ее неизбежно должна постигнуть та же судьба, какая постигает любое вращающееся тело, — шарообразная вначале туманность должна будет сплюснуться. Если при этом она еще сжимается под действием тяготения своих частей к центру и по законам механики должна будет начать вращаться еще быстрее, то от этого она еще больше сплюснется, продолжая сжиматься. Говорят, что «чем глубже в лес, тем больше дров», и наша шаровая туманность расплющится в лепешку, но лепешку газовую и имеющую чудовищные размеры.

При определенной скорости вращения частицы газа, расположенные на ребре туманности, будут испытывать центробежную силу, равную той силе, с которой по закону всемирного тяготения их притягивает к себе центр туманности. Эти частички приходят в неустойчивое состояние, и достаточно малейшего добавочного толчка, чтобы они оторвались от туманности. Такой толчок им может сообщить притяжение какой-либо другой туманности, такой же грандиозной массы, если обе туманности сблизятся на достаточное расстояние. Встречная туманность вызовет в нашей первой туманности две приливные волны, расположенные на противоположных концах ее диаметра. Это приливное воздействие, приложенное в двух точках, и будет нужным добавочным толчком, вследствие которого из туманности с двух концов ее диаметра начнется истечение веще-

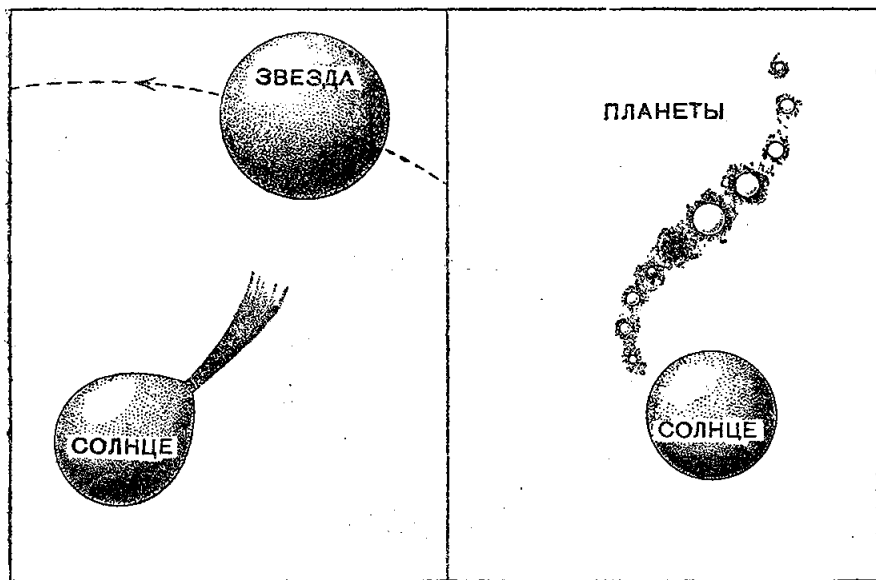


Рис. 161. Рождение планет по гипотезе Дарвина.

ства. Раз начавшись, оно будет продолжаться и дальше в плоскости ребра туманности, и так как последняя вращается, то вытекающие из нее гигантские газовые струи будут заворачиваться, образуя две ветви спирали.

Если мы сопоставим друг с другом различные виды туманностей, действительно наблюдаемых на небе, то должны будем признать, что среди них встречаются все те формы (шары, диски, сплюснутые наподобие лепешек, спирали и т. д.), которые в течение своего медленного развития по теории Дарвина должны испытывать каждая отдельная туманность.

Через миллиарды лет мелкие сгустки газа в спиральных рукавах оставят по себе лишь воспоминание. Они рассеются или притянутся более мощными сгустками, неизбежно встречающимися в рукавах спирали. Так зарождаются звезды, но такие малютки, как планеты, сгуститься из разреженного газа туманности не могут. Так говорит математический расчет.

Пронеслись века, и перед нами огромная звездная система, имеющая спиральное строение.

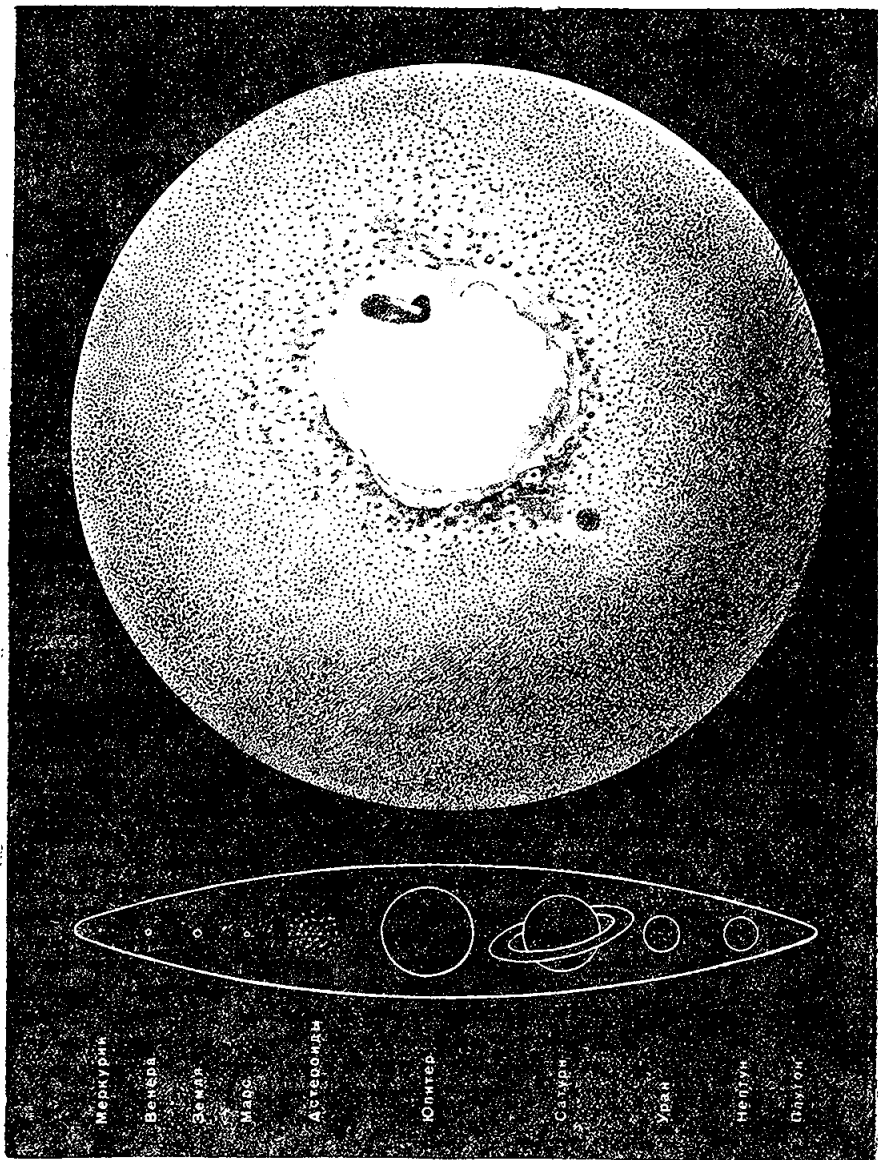


Рис. 162. Солнце и вырванная из него сигарообразная газовая струя, распавшаяся на планеты.

Миллиард звезд, не мешьче, родилось за это время и сгустилось из разреженного газа, но ни одна из них еще не окружена планетами, несущими на своей поверхности жизнь и разумные существа.

Распадение на звезды влечет за собой некоторые изменения в движениях светил, и редко-редко, но происходит сближение двух звезд, двух солнц, одиноко песшихся в недрах этого звездного мира. Когда происходит такая встреча звезд, то есть уже уплотненных клубков газа, то на роковом расстоянии притяжение звезд вызывает друг в друге по такой гигантской волне вещества, стремящейся навстречу припльцу, что из каждой звезды вырывается струя плотных раскаленных газов. Она имеет вид сигары или тонкого огурца, она неоднородна, в ней есть сгустки и разрежения. Разошлись звезды, чтобы никогда больше уже не встретиться, а вырвавшиеся из них раскаленные струи распались на быстро остывающие планеты. Притяжение своей звезды-матери удерживает их при себе, а притяжение встречной звезды еще раньше искривило путь вырвавшихся газов в пространстве, — и вокруг двух солнц закружились планеты.

Первоначально пути планет очень эксцентричны, и когда они впервые слишком близко подошли к своему солнцу, то из их педр вырвалась такая же струя, которая некогда породила их самих. Так у планет на заре их юности появились спутники. Долгий еще путь остывания и других изменений предстоит пройти каждой планете, прежде чем на ее поверхности станут возможны сложные химические соединения и кристаллы — переходная ступень от неживого к живому, — прежде чем усложнения соединений образуют животную протоплазму, из которой в конце концов разовьется все многообразие растительного и животного мира...





### Атмосфера и температура на планетах. — Открытие Плутона.

Быть может, наиболее отсталой областью астрономии является изучение планет. За полвека мало что нового узнали мы об этих телах, хотя они и ближе к нам, чем звезды, в сотни и тысячи раз. Как ни кажется парадоксальным это утверждение, но это так. Причина заключается в том, что те новые методы исследования, какие были придуманы за последнее время, применимы лишь к самосветящимся телам, то есть к звездам, да и то иногда, лишь в том случае, если звезд данного вида достаточно много. Перед миром одиноких планет, лишь отражающих свет лучезарного Солнца, эти методы бессильны.

Впрочем, и о планетах можно сказать кое-что новое.

Большая часть этого «нового» рассказывает нам немного о физических условиях на этих планетах. Не ждите, что я стану рассказывать тут о новых картах поверхности планет или о насекомых, обнаруженных на Луне. Нет смысла составлять карты большинства тех планет, на которых кое-что можно видеть в телескоп, потому что они достаточно для этого велики или близки к нам. Действительно, Нептун, Уран, Сатурн, Юпитер и Венера окутаны облаками, сквозь которые поверхность планет видна. Мало смысла зарисовывать вечно меняющиеся причудливые формы облаков, высоко бегущих в их атмосферах, так же мало, как зарисовывать белые барашки, плывущие в синем августовском небе, — они ничего нам не скажут о том, что делается за ними. Поверхность этих планет скрыта от нашего пытливого взора, и скрыта до тех пор, пока мы не найдем способа пронзить насквозь своим взглядом их атмосферы. Это дело не безнадежно. Уже сейчас особые методы фотографии позволяют делать снимки ландшафта сквозь туман и даже ночью!

Единственная планета, о поверхности которой мы знаем теперь больше, чем полвека назад, — это Марс. Еще в начале этого столетия многие увлекались изучением «каналов» Марса, этих тонких и едва видимых ровных линий, соединяющих друг с другом темные пятна («моря») на желтовато-красной поверхности небесного соседа Земли. Еще больше людей увлеклось на этом основании мыслью, что каналы — это искусственные сооружения, подлинные каналы, прорытые марсианами — жителями Марса, которые будто бы опередили людей в технике и науке.

Беспристрастные ученые заставило, однако, признать, что каналов как тонких, правильных линий не существует... Да, не существует! Это обман зрения. Существуют ряды мелких, неправильных пятнышек, а глаз, различающий их с трудом, невольно соединяет их в непрерывную линию. Другие «каналы» оказались просто границей раздела светлых и темных областей

планеты. Чем сильнее телескоп, тем меньше видно в него таких образований, которым было дано название «каналы». В самый сильный в мире телескоп, когда воздух особенно спокоен и прозрачен, на планете на мгновение вырисовывается неясное множество не поддающихся запоминанию подробностей: пятнышек, коротких линий, точек, но все это не похоже на геометрически правильную сеть каналов, какую когда-то рисовали Скиапарелли и его последователи.

Зато сезонные изменения в виде темных пятен Марса, следующие за сменой времен года на этой планете, изучены теперь несколько подробнее. Эти данные заставляют большинство астрономов допускать, что темные «моря» Марса в действительности сухие низменности, покрытые растительностью, способной сбрасывать листву к зиме и одеваться летом. Остальная, большая часть планеты покрыта оранжевыми песками, — это безводная пустыня, над которой по временам вместо дождевых туч проносятся тучи песка и пыли. Дождевых облаков над планетой мы почти никогда не видим, а следовательно, и воды на этом мире осталось немного. Вопреки оптимистическому взгляду Фламариона на вероятную обитаемость других планет (основанному на малочисленных данных), мы должны признать, что лишь Марс является серьезным конкурентом Земли в смысле населенности и, может быть, разумными существами.

Как мы увидим ниже, это заключение поддерживается другими фактами, установленными недавно.

В главах, написанных Фламарионом о планетах, мы вставили кое-что новое об их атмосферах. Подытожим и пополним эти данные.

Лучи Солнца, пронизывая атмосферу Земли, поглощаются частично атомами и молекулами воздуха, отчего в спектре Солнца появляются новые темные линии, самому Солнцу не принадлежащие. Астрономы знают способы, по которым они отличают их от спектральных линий, вызванных поглощением света в атмосфере самого Солнца. Те же газы воздуха, которые есть и на Солнце, вызывают утолщение темных линий в спектре Солнца.

Лучи Солнца пронизывают атмосферу планет и, отразившись от их поверхности, пронизывают ее вторично, прежде чем достигнут Земли. На этом пути в атмосфере планеты, как и в земной, лучи Солнца поглощаются, и в солнечном свете, отраженном от планеты, появляются упомянутые отличия от спектра Солнца, рассматриваемого непосредственно.

Таким способом удалось установить печальный факт: если в атмосфере Марса есть водяной пар и кислород, необходимые для жизни, то их там меньше, чем на высоте 18 километров над Землей, где мы дышать уже не можем. Сколько же этих газов там и есть ли они вообще, установить пока не удалось.

В верхних слоях атмосферы Венеры, соответствующих стратосфере Земли, неожиданно было обнаружено присутствие большого количества углекислого газа. В земной атмосфере углекислоты очень мало, и ее спектр

иней, чем спектр газа, найденного в атмосфере Венеры. Быть может даже этот газ не углекислота, а что-то другое.

Еще более неожиданными оказались добытые сведения о химическом составе атмосфер больших планет, начиная с Юпитера и кончая Нептуном. Считалось как-то естественным, что если у планеты есть атмосфера, то ее химический состав тот же, что нашего воздуха. Правда, в атмосферах планет Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна был обнаружен спектральными наблюдениями какой-то газ, природа которого долго оставалась неизвестной. Теперь этот газ разгадан. Оказалось, что в атмосферах этих больших планет имеется даже два различных газа, которые на Земле в обычном воздухе практически отсутствуют. Эти газы — метан (иначе называемый болотистым газом) и аммиак.

Итак, мы видим, что химический состав планетных атмосфер весьма различен и не похож на химический состав нашей атмосферы. Как разнообразны миры вселенной!

О температурах планет раньше можно было высказывать лишь догадки и производить расчеты. Тепло, получаемое планетами, конечно, зависит от их расстояния до Солнца, но, для того чтобы расчет температуры на поверхности планеты был верным, нужно знать время вращения планеты вокруг своей оси и свойства ее атмосферы. Последнего мы как следует не знаем, и потому расчет температуры на планете не может быть так точен, как этого бы нам хотелось. Стоит, например, вспомнить, что даже на Земле температура и ее изменения на поверхности земли — у моря, в пустыне, на высоких горах и т. д. — совершенно различны, даже тогда, когда на них падает одно и то же количество солнечной теплоты.

Только в 1924 году впервые удалось измерить приборами количество тепла, излучаемого планетами в мировое пространство, а по нему удалось вычислить и температуру на этих планетах.

Для измерения тепла, испускаемого планетами, самая ничтожная часть которого достигает нашей Земли, применяется прибор, называемый термоэлементом. Он состоит из двух тончайших крошечных проволочек, сделанных из двух разных металлов и спаянных своими концами. Если место спайки проволочек нагреть, то в проволочках возникает очень слабый электрический ток, который можно измерить. Чем больше нагревание, тем сильнее ток.

К каким же результатам привело измерение температуры на разных планетах?

Меркурий, всегда обращенный к Солнцу одной и той же стороной, страшно накаляется его лучами. В том месте Меркурия, где Солнце всегда стоит прямо над головой, температура составляет 440 градусов выше нуля. При такой ужасающей температуре не может быть и речи о существовании на Меркурии рек и морей, — вода, если она там и есть, должна быть в состоянии крайне горячих паров, горячее, чем пар в паровозе или в другой

паровой машине. При такой температуре плавятся многие вещества и даже металлы, например свинец. Короче говоря, поверхность Меркурия — это как бы раскаленная докрасна плита.

На другой половине Меркурия, никогда не освещаемой солнечными лучами, должен царить жуткий мороз, которого мы тоже не могли бы выдержать.

На Венере, более далекой от Солнца и окруженной атмосферой, днем температура доходит до 50 градусов выше нуля, а ночью до 23 градусов ниже нуля. Однако эти цифры относятся к надоблачным слоям атмосферы этой планеты, а что делается под ними на самой поверхности этого небесного тела, мы еще ничего не знаем.

Более определенные, подробные и, можно сказать, утешительные данные о температуре на Марсе. Мы уже давно и основательно ожидали, что на Марсе должно быть значительно холоднее, чем на Земле, потому что он дальше от Солнца. Ожидалось также, что вследствие разреженности воздуха над Марсом, на нем должны быть большие суточные колебания температуры, подобно тому как это по той же причине происходит на вершинах плоскогорий и гор на Земле. Вопрос заключался лишь в том, в каких пределах происходят эти колебания и могут ли их выдержать известные нам животные организмы.

Выше всего температура оказалась в области темных пятен Марса, особенно на его экваторе, где она составляет в среднем около 10 градусов выше нуля, но к полудню доходит иногда до 34 градусов выше нуля. Красноватые пространства Марса в умеренных широтах значительно холоднее. Температура там составляет около нуля градусов. К вечеру температура в среднем падает на Марсе до 5 градусов ниже нуля, и за ночь поверхность охлаждается все сильнее, так что к утру падает до 53 градусов ниже нуля (в отдельные дни даже до 85 градусов ниже нуля).

Все эти данные подтверждают наши ожидания.

Интересно было следить за тем, как температура полярной шапки Марса по мере наступления лета на планете поднималась от 100 градусов ниже нуля до 15 градусов ниже нуля, следовательно, эти белые пятна состоят, наверно, из льда и снега, а не из замерзшей углекислоты, как раньше думали некоторые астрономы.

Большие планеты, от Юпитера и до Урана, удивили нас и теми температурами, какие на них были измерены. На Юпитере температура оказалась 130 градусов ниже нуля, на Сатурне — 150 градусов ниже нуля и на Уране — 170 градусов ниже нуля. Такой жуткий мороз не вяжется с часто высказывавшимися взглядами на большие планеты как на раскаленные полужидкие тела, еще не остывшие с тех пор, как они зародились. Средняя плотность веществ этих планет почти такая же, как у воды, и поэтому их приходилось считать жидкими телами, не имеющими твердой коры, как Марс и Земля. Как понять все эти страшные особенности больших планет? Ответ на это должно нам дать ближайшее будущее.

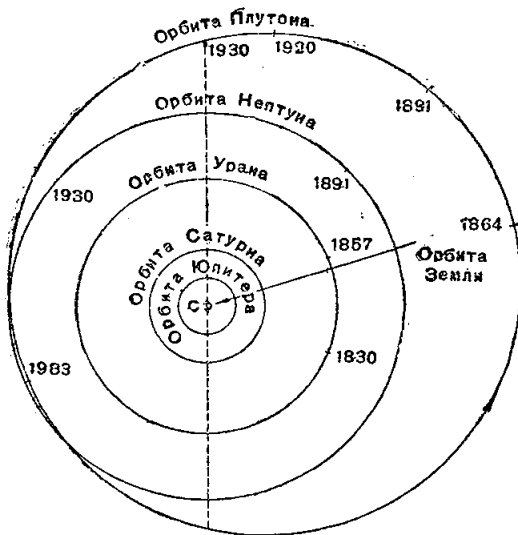


Рис. 163. Орбита Плутона — самой далекой из известных нам планет.

на Меркурии же и на Луне она безусловно невозможна. О таких планетах, как Юпитер, мы знаем еще слишком мало, чтобы утверждать полную невозможность жизни на них. Возможно, что под густыми слоями облаков, окутывающих их, температура не слишком низка и состав атмосферы годен для дыхания, причем на планете имеются участки твердой суши.

Заканчивая обзор успехов в изучении планет, нельзя обойти молчанием, что за последние годы нам сделались известны новые члены солнечной системы, и притом весьма интересные.

21 января 1930 года молодой астроном Томбаф, сравнивая друг с другом фотографии неба, снятые в разное время на Ловелловской обсерватории в Америке, открыл новую планету, которая отстоит от Солнца в среднем еще дальше, чем Нептун. Новую планету назвали Плутоном, и открыта она была неслучайно. Уже давно предполагали, что за орбитой Нептуна существует еще одна или даже несколько планет, потому что в движении Урана все еще наблюдаются некоторые неправильности, не объяснимые притяжением всех уже известных планет. Предполагали, так же как и Лаверье, что эти неправильности вызваны притяжением неизвестной планеты, более далекой, чем Нептун. Американский астроном Ловелл вычислил путь далекой, неизвестной планеты около Солнца и точку неба, где она

Измеренная температура на Луне оказалась в прекрасном согласии с вычислениями. Установили, что за долгий, двухнедельный день на Луне температура лунной почвы накаляется до 120 градусов, то есть выше точки кипения воды. Ночью температура на Луне должна так же сильно падать, примерно до 160 градусов ниже нуля.

Если теперь подытожить новые и старые данные о планетах с точки зрения возможности развития на них органической жизни, то приходится сказать следующее. Жизнь, по крайней мере в формах, похожих на земные, вероятно на Марсе, быть может возможна на Венере и мало вероятно на Юпитере, Сатурне, Уране и Нептуне;

должна быть видна с Земли. При жизни Ловелла планету эту найти не смогли, но после его смерти поиски продолжались на выстроенной им же обсерватории. Плутон был найден вблизи места, указанного Ловеллом, и его орбита оказалась очень похожа на ту, которая была вычислена Ловеллом. Однако масса Плутона раз в 7—10 меньше, чем ожидалось, и потому остается неясным, можно ли открытие Плутона ставить на одну доску с открытием Нептуна. В самом деле, если масса Плутона так мала, то он не мог производить в движении Урана те неправильности, по которым Ловелл предсказал существование своей планеты.

Плутон движется по очень необычной орбите. Будучи в среднем в 40 раз дальше от Солнца, чем Земля, и завершая свой оборот в 250 лет, Плутон, приближаясь к Солнцу, пересекает орбиту Нептуна и в перигелии бывает заметно ближе к Солнцу, чем Нептун. Эксцентриситет орбиты Плутона очень велик. Плутон виден только в самые сильные телескопы как звездочка пятнадцатой величины, и его диск совершенно не виден, поэтому о нем мы знаем еще очень мало. Вероятно, его размер вдвое меньше Земли по диаметру, но что делается на его поверхности, есть ли у него атмосфера и спутники, на это должны будут ответить будущие наблюдения.

Вероятно, как предполагал и Фламмаринон, в солнечной системе существует еще несколько планет, более далеких от Солнца, чем Нептун. На этих далеких мирах Солнце светит и греет в тысячи раз слабее, чем на Земле.

Наши сведения о семье малых планет, или астероидов, обращающихся около Солнца между орбитами Марса и Юпитера, также значительно обогатились. К настоящему времени астероидов известно уже около  $1\frac{1}{2}$  тысяч. Некоторые из них, подобно кометам, движутся по очень вытянутым путям и пересекают орбиту Марса, а три из них подходят к Солнцу даже ближе, чем Земля. Две из этих трех планет пересекают орбиту Венеры. Обе они еще не имеют названия и предварительно обозначаются «1932 НА» и «1936 СА».

Размеры их составляют около десятка километров в поперечнике, и форма их, вероятно, не круглая, а угловатая. Хотя такие крошки и планетами-то назвать трудно, они по временам, приближаясь к Земле, делаются ближайшими к ней небесными телами (после Луны).



## V. КОМЕТЫ

Спектральный анализ позволил точнее установить химический состав и природу комет. В этих косматых, страшных и огромных с виду небесных светилах нет ничего твердого, за исключением небольшого ядра, состоящего, вероятно, из отдельных каменных или железных глыб. Даже наибольшие по размеру ядра не должны превышать нескольких десятков километров в диаметре. Эти кометы окружены огромной газовой оболочкой, переходящей в хвост, состоящий из ядовитых газов — окиси углерода (или угарного газа, образующегося в печах при недостаточном притоке свежего воздуха) и циана (соединения азота с углеродом). Однако эти газы разрежены так, как разрежен воздух под колпаком лучшего из наших воздушных насосов. Если Земля попадет в хвост такой кометы, то это не должно быть опасным для ее жителей, то есть для нас. Действительно, в мае 1910 года комета Галлея, приблизившись к Земле, «зацепила» ее своим хвостом, но никто этого даже не заметил, и вообще в природе не удалось обнаружить ничего необычного.

Частички комет, вылетающие из ядра кометы, отбрасываются от Солнца, как будто оно гонит их прочь. Действительно, подсчитали, что Солнце отталкивает их с силой, в несколько десятков раз большей, чем оно само же их притягивает. Причина этого заключается в том, что свет оказывает давление на те тела, на которые он падает. Однако это давление света становится заметным лишь для таких мелких тел, как мельчайшие частички пыли или газа. Русскому ученому Лебедеву удалось доказать это на опыте. Таким образом, частички газа, выделяющиеся из ядра кометы при его нагревании Солнцем, подхватываются этими же самыми лучами и гонятся в хвост, откуда они быстро рассеиваются в межпланетное пространство.

В XX столетии были только две яркие большие и хорошо видимые кометы. Обе они наблюдались в 1910 году. Одна из них — это комета Галлея.



**Истинная яркость. — Температура. — Размеры. — Новые звезды. — Цфеиды. — Галактика и другие звездные системы.**

Главные успехи астрономии достигнуты в изучении строения звездной вселенной и в изучении природы самих звезд.

За полвека удалось определить расстояния до нескольких десятков тысяч звезд, и это позволило высчитать их истинные яркости, то есть их яркости в сравнении с яркостью Солнца. Какое разнообразие в силе света звезд обнаружили эти результаты!

В созвездии Золотой Рыбы, которым любуются обитатели Южной Америки и Австралии, есть звездочка, обозначаемая буквой *S*. Она ничем не выделяется на первый взгляд, который, к тому же, мы должны бросить через телескоп, потому что звездочка по своей видимой яркости относится к восьмой звездной величине. Если учесть, однако, то огромное расстояние, на котором она от нас находится, то мы придем к заключению, что в действительности звезда *S* Золотой Рыбы в 50 тысяч раз ярче нашего Солнца. Если бы наше Солнце засветило так же ярко, как эта звезда, то освещенная им белая стена моментально и навеки ослепила бы наши глаза.

Мы знаем множество звезд, более ярких, чем наше Солнце, хотя сила их света значительно уступает *S* Золотой Рыбы, самой ослепительно яркой из известных нам звезд. Но в звездном мире мы встречаемся и с такими звездами, свет которых то же, что свет светляка в сравнении со светом прожектора. Известен ряд слабых звездочек, которые и в действительности светят очень тускло — в 50 тысяч раз слабее Солнца. Планета, находящаяся от такой звезды на том же расстоянии, как Земля от Солнца, освещалась бы в несколько раз слабее, чем Земля освещается Луной во время полнолуния. Там день похож на нашу ночь.

Но что вызывает такое различие в силе блеска звезд? Зависит ли это от размеров звезд (чем больше их поверхность, тем больше света они испускают) или от их температуры (известно, что чем сильнее нагрето тело, тем ярче оно светится)? И то и другое. Температуры звезд весьма разнообразны, хотя далеко не так, как их размеры. Температуры звезд были измерены разными способами, в частности подобно тому, как измерялись температуры планет.

Наше Солнце раскалено на поверхности до 6 тысяч градусов. Сравним с ним температуры других звезд.

Крово-красный Антарес в Скорпионе нагрет только до 3 тысяч градусов. Желтосветая Канелла имеет ту же температуру, что и Солнце. Блестящие Вега и Сириус раскалены до 12 тысяч градусов, они вдвое горячее



Солнца. Известны звезды, накаленные до 30 тысяч градусов. Если бы жар Солнца поднялся до этой температуры, то на Земле сгорело бы все живое.

Расчет показывает, что таким различием температур нельзя объяснить наблюдающиеся различия яркости. Должно существовать различие и в размерах звезд. Известны, например, красные, холодные звезды, имеющие одинаковую температуру, причем некоторые из этих звезд в несколько тысяч раз ярче других. Неизбежен вывод, что одни из этих звезд должны быть по своей поверхности во столько же тысяч раз больше, чем другие.

Расчеты, которые были произведены, удалось для некоторых звезд проверить при помощи наблюдений с особым прибором — интерферометром. Интерферометр для измерения диаметров звезд, построенный в Америке, представляет огромный рельс, установленный на переднем конце телескопа с зеркалом в  $2\frac{1}{2}$  метра в поперечнике. По этому рельсу, длиной 6 метров и перпендикулярному к оси телескопа, перемещаются четыре плоских зеркала, отражающих свет звезды внутрь телескопа. У звезд, которые имеют наибольший угловой диск, изображения оказываются несколько другого вида, чем у звезд с совсем малым угловым диаметром.

По виду этих изображений, изменяющемуся при передвижении зеркал, на основании теории света, изучаемой в физике, можно вычислить, под каким углом виден диаметр таких звезд. Если известно также и расстояние до звезды, то, подобно тому как это было описано в главе о Луне, можно вычислить линейный диаметр звезды в километрах.

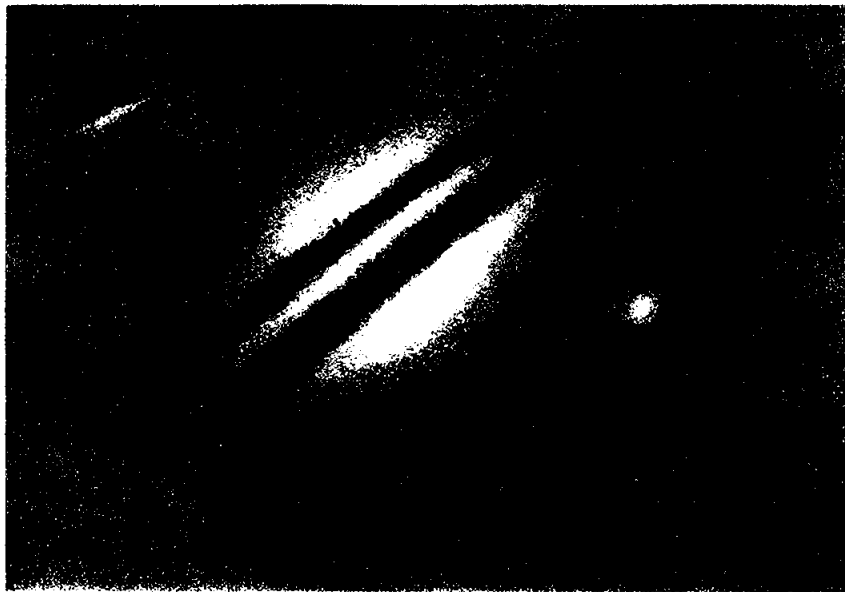
Начиная с 1920 года, интерферометром удалось измерить диаметры нескольких гигантских звезд, и они оказались в хорошем согласии с диаметрами, вычисленными по известной нам яркости и температуре этих звезд.

Оказалось, что красная звезда Бетельгейзе в созвездии Ориона в 280 раз, а Антарес в Скорпионе в 330 раз больше нашего Солнца. Внутри этих звезд-гигантов могло бы поместиться Солнце с орбитами всех планет, от Меркурия до Марса включительно. Если же сравнить объемы Солнца и Антареса, то в объеме Антареса можно уместить около трех миллионов солнечных шаров. Другие, тоже красные, звезды-гиганты оказались несколько меньших размеров.

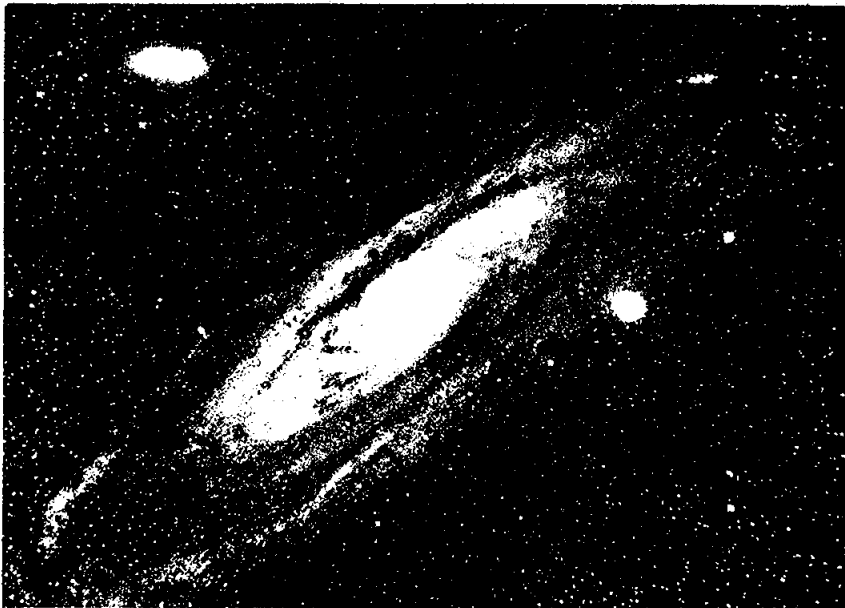
Наше Солнце в сравнении с этими чудовищными звездами то же, что муха в сравнении со слоном.

Как ни велики эти звезды, но весят они не так много, как можно было бы судить по их размеру. Они тяжелее Солнца всего лишь в несколько десятков раз. Но если так, то средняя плотность вещества этих звезд должна быть в несколько тысяч раз меньше плотности воздуха, которым мы дышим. Самая пылкая фантазия не могла бы придумать таких удивительных небесных тел!

Однако астрономия знакомит нас и с другими поразительными диковинами в мире звезд.

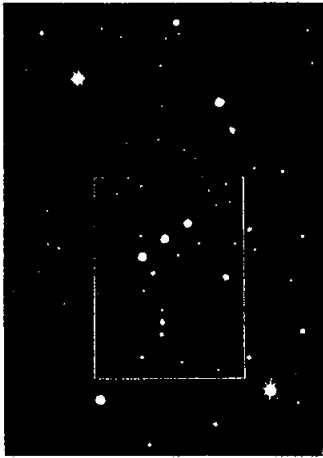


Туманность Андромеды по рисунку астронома Кольда.

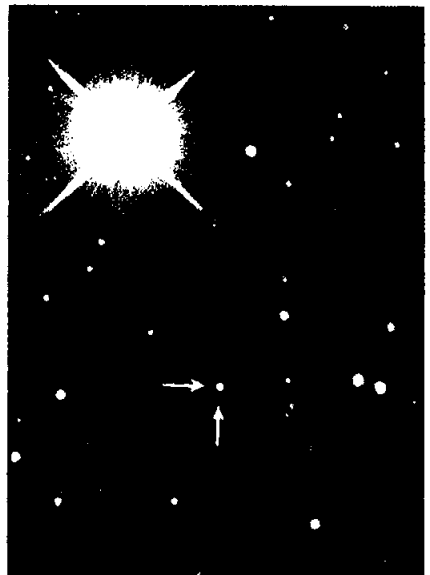
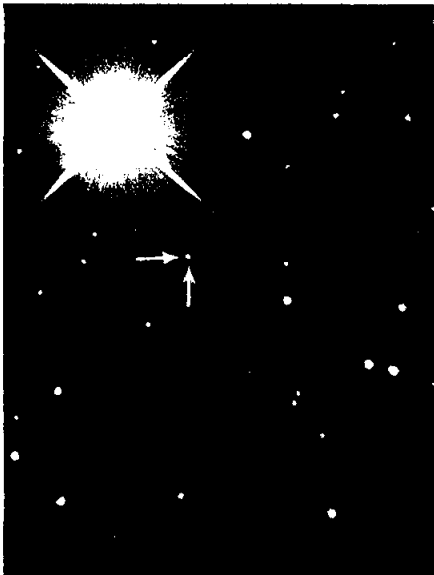


Туманность Андромеды по современной фотографии.

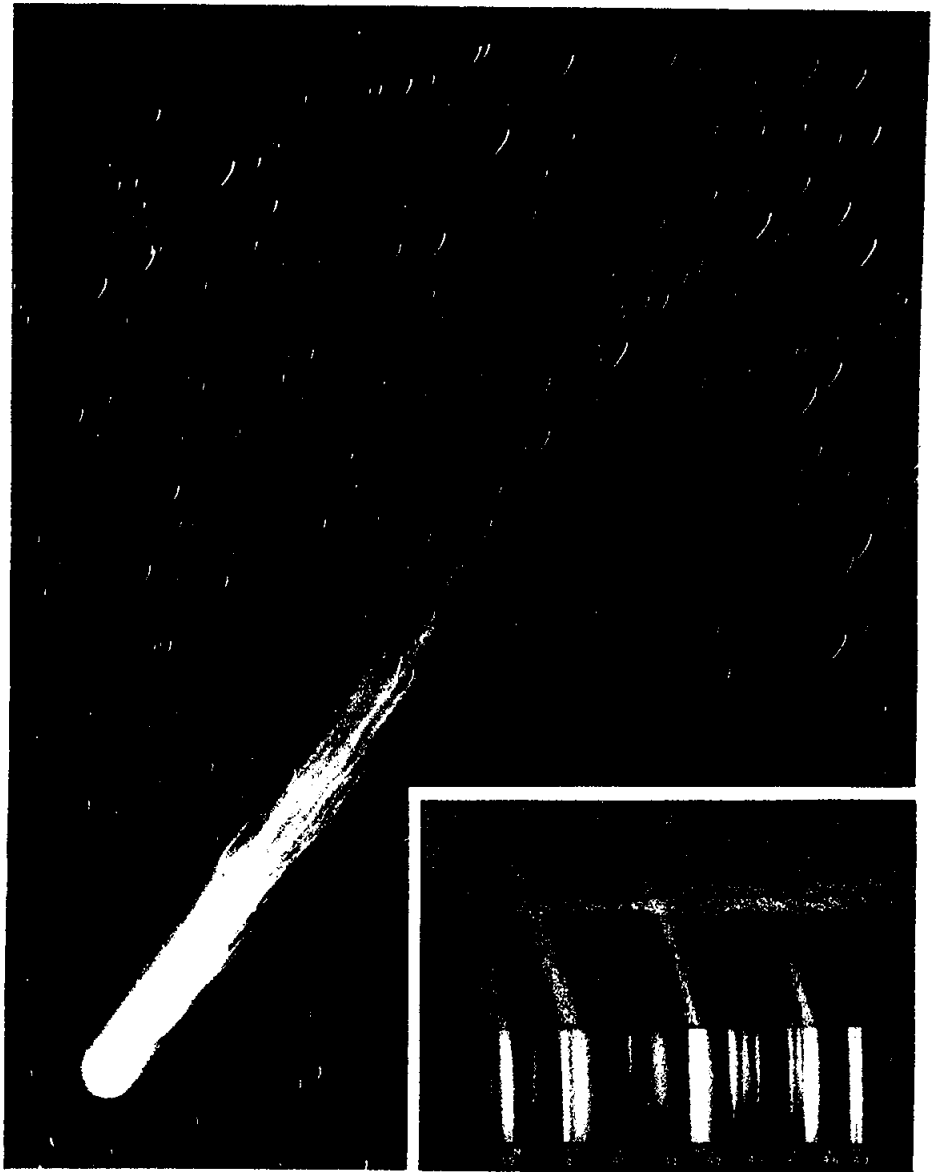
ТАБЛИЦА X



Созвездие Орiona: слева — как оно видно невооруженным глазом, справа — как оно получается на фотографии. (Изобразили в увеличенном виде участок, находящийся внутри прямоугольника, отмеченного на левом рисунке.)

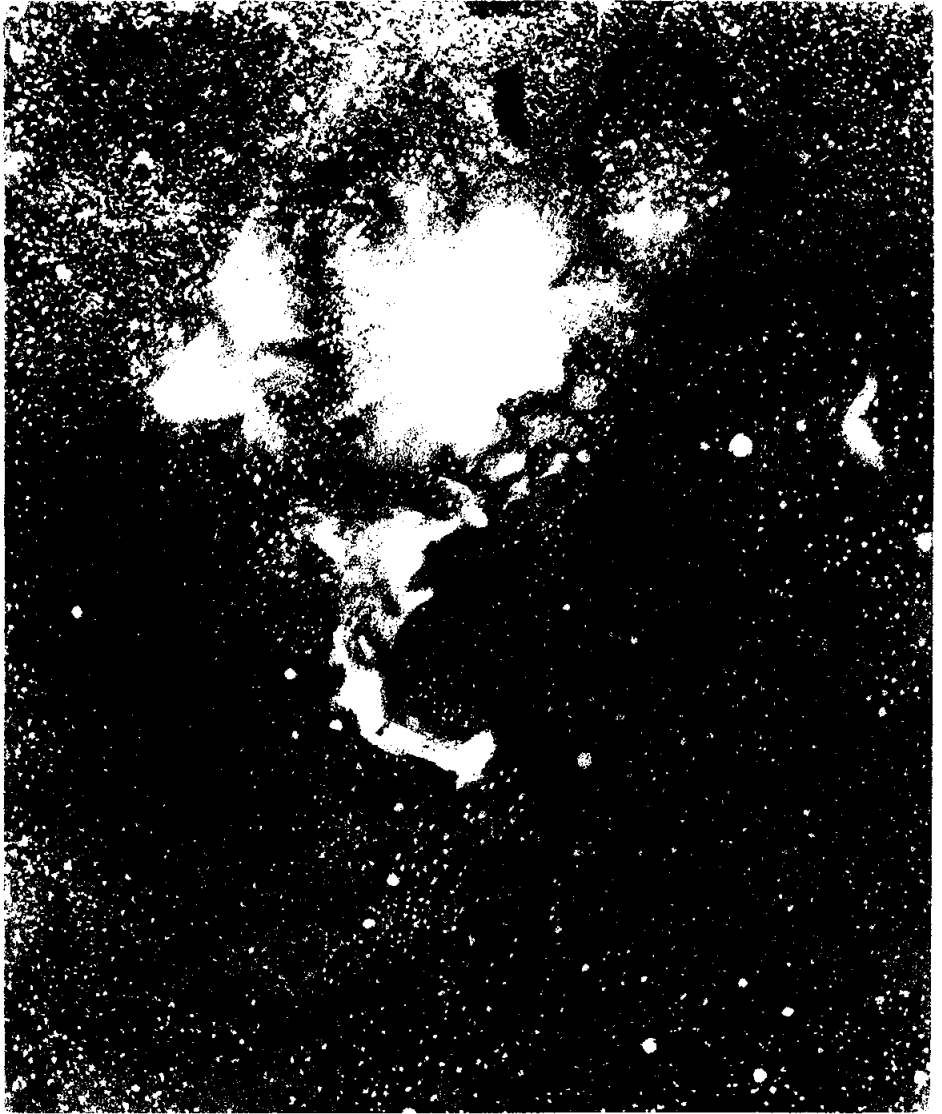


Фотография планеты Плутона (отмеченной стрелками) 2 и 5 марта 1930 г. Яркая звезда слева сверху —  $\delta$  (дельта) Близнецов.

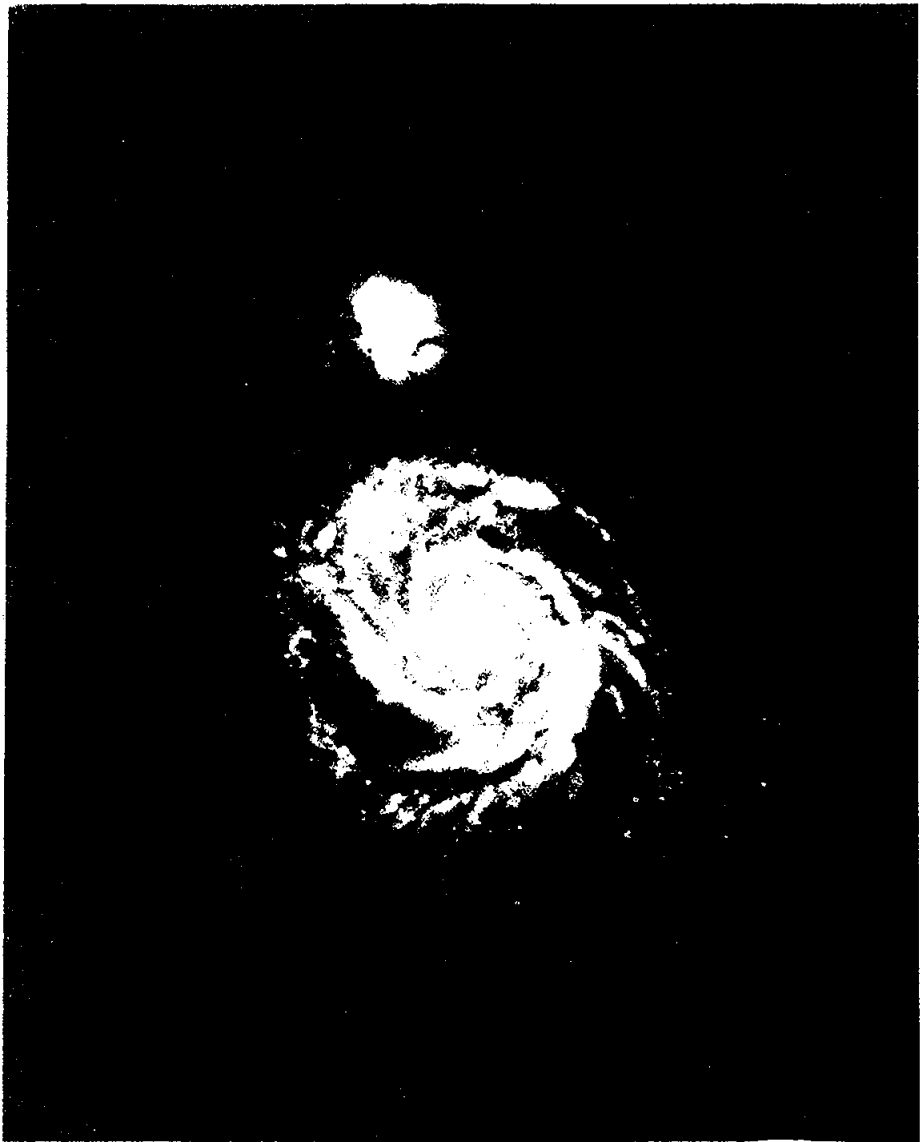


Фотография яркой кометы.  
На нижней фотографии сверху — спектр хвоста кометы Морхауза,  
снизу — для сравнения — спектр окиси углерода.

ТАБЛИЦА XII

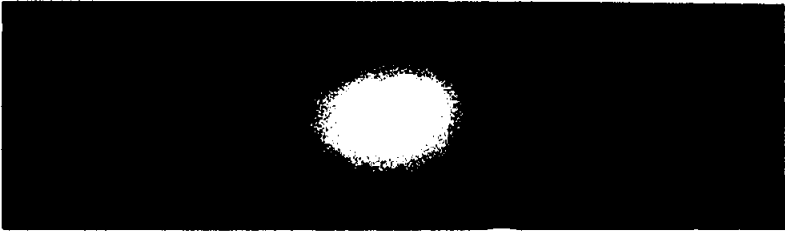


Фотография туманности Америка.



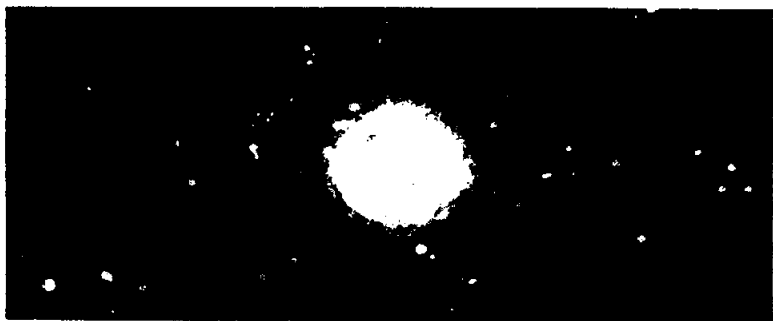
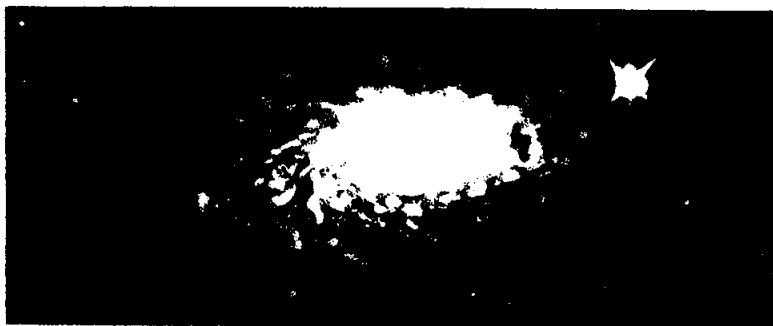
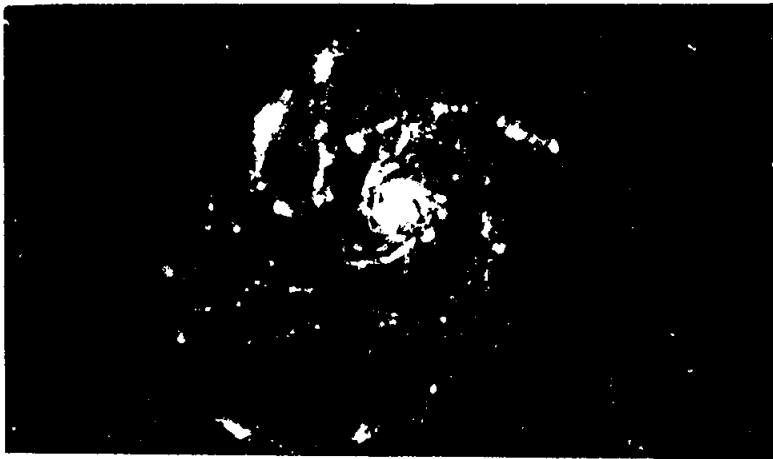
Фотография спиральной звездной системы в созвездии Гончих Псов.

ТАБЛИЦА XIV



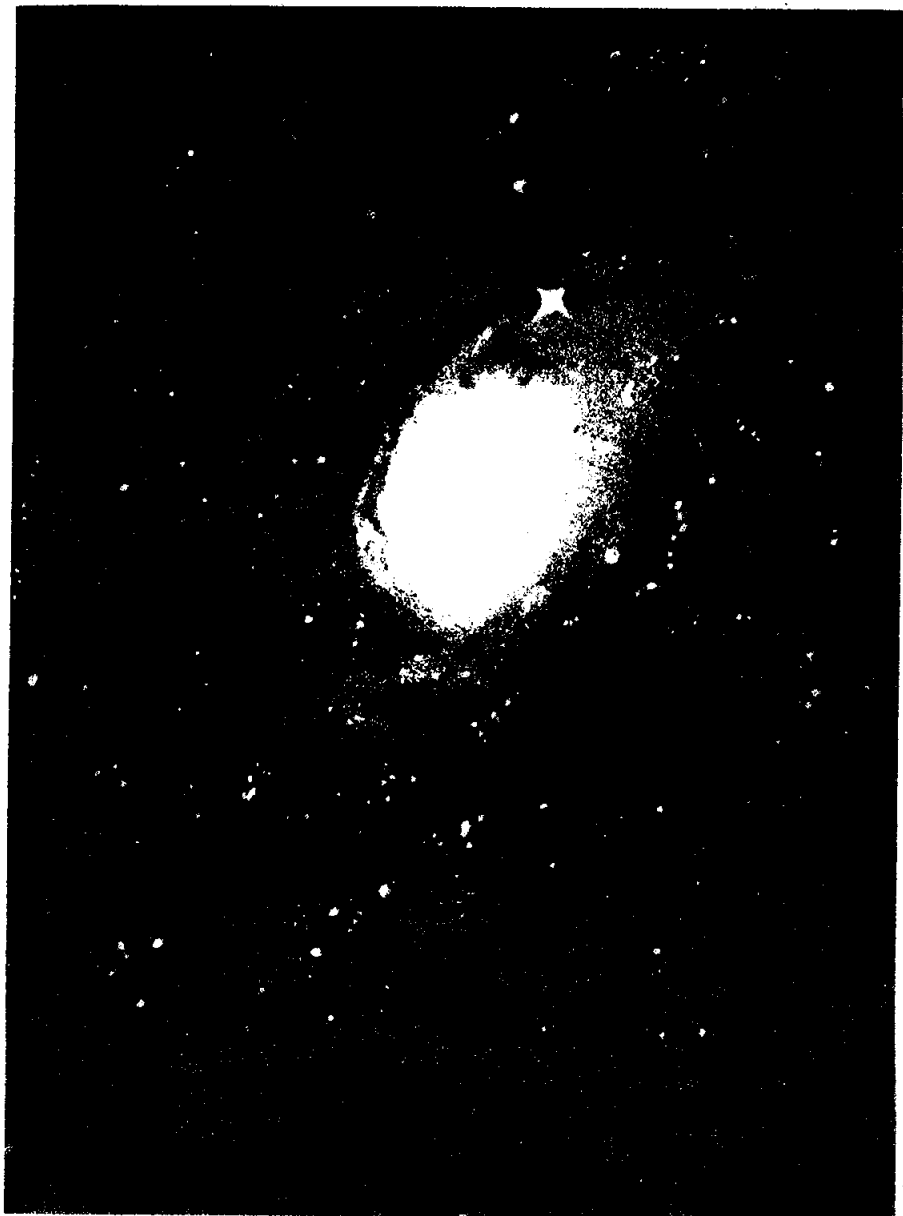
Ряд фотографий внегалактических туманностей с различной степенью сплюснутости. (Не напоминает ли вам этот ряд предположение Джинса о происхождении спиральных звездных систем?)

ТАБЛИЦА XV



Фотографии трех внегалактических звездных систем на разных ступенях эволюции.





Спиральная звездная система в созвездии Большой Медведицы.

Большинство звезд принадлежит не к таким гигантам, а к карликам вроде нашего Солнца. Звезд, еще меньших, по своим размерам, чем Солнце, — больше всего.

Из обычных звезд наиболее маленькими и плотными являются красные звезды-карлики. Их средняя плотность раз в 5 превышает плотность Солнца и раз в 7 превышает плотность воды.

Однако исследования последних лет обнаружили еще особые звезды, так называемые белые карлики. Типичным их представителем является слабая звезда белого цвета — спутник ослепительного Сириуса. Эта звезда имеет почти такую же массу, как наше Солнце, но ее температура раза в полтора выше, а диаметр в 33 раза меньше солнечного. Но если ее диаметр меньше солнечного, то ее объем меньше солнечного в  $33 \times 33 \times 33$  раза, то есть приблизительно в 36 тысяч раз. Во столько же раз средняя плотность этого удивительного светила превышает плотность Солнца. Такого плотного вещества на Земле мы не знаем, но что спутник Сириуса состоит действительно из такой спрессованной массы, этому приходится верить, потому что приведенный выше расчет подтверждается рядом других данных и соображений.

Если бы спичечную коробку можно было наполнить веществом этой звезды, то она весила бы целую тонну, и, чтобы такую коробку уравновесить на весах, на другую чашку их пришлось бы поставить 15 взрослых человек.

Попытайтесь подсчитать, во сколько же раз вещество спутника Сириуса тяжелее вещества звезды Антарес, а между тем и то и другое состоит из тех же химических элементов, какие известны нам на Земле. Причина этих различий заключается в неодинаковой спрессованности одних и тех же частиц.

Отвлечемся, однако, от спутника Сириуса и Антареса и перейдем к изучению переменных и новых звезд. XX век, бедный яркими кометами, подарил нас, однако, вспышками ярких новых звезд. Хотя они и не блестели так ярко, как звезда в созвездии Кассиопеи, наблюдавшаяся в 1572 году Тихо де Браге, все же они в первые дни после вспышки блестели, как звезды

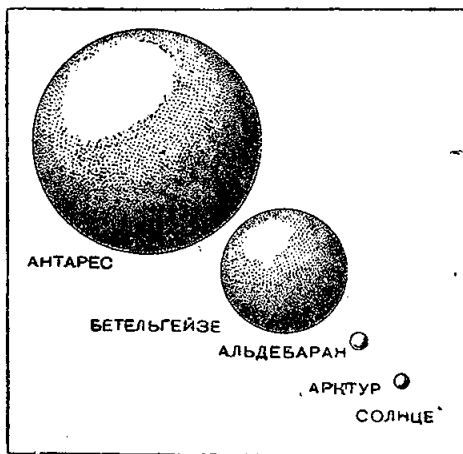


Рис. 164. Самые большие звезды по сравнению с Солнцем.

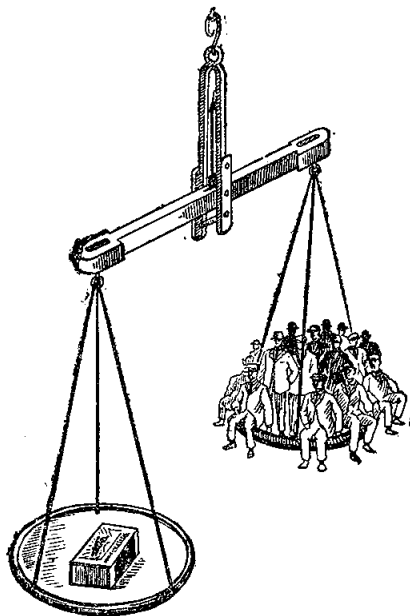


Рис. 165. Спичечная коробка, наполненная веществом, взятым от спутника Сириуса, уравновесила бы 15 взрослых человек.

вают следить. На глазах наблюдателей в течение нескольких месяцев разыгрывается ужасная мировая катастрофа, потрясающая звезду до самых ее недр. Повидимому, тут происходит не столько возмездие звезд, а взрыв звезды вследствие того, что в ее недрах по каким-то причинам внезапно освобождается огромное количество энергии. Из звезды выбрасываются со скоростью нескольких тысяч километров в секунду горячие газы, отчего блеск звезды внезапно возрастает. Однако газы быстро рассеиваются, и блеск новой звезды снова становится таким, каким он был до катастрофы. Подмечено, что истинная яркость новых звезд в своем наибольшем блеске почти всегда одинакова. Это очень важно запомнить для того, что мы узнаем в дальнейшем.

Свойством иметь определенную истинную яркость обладают также другие звезды, меняющие свой блеск, именно те, которые называются цефеидами. Их блеск меняется строго периодически, хотя и в небольших пределах (не больше чем раз в 10). Сперва блеск возрастает, потом медленно убывает, и это продолжается снова и снова с точностью часового механизма.

первой величины, и даже ярче. В 1901 году вспыхнула яркая новая звезда в Персее, в 1918 году — в Орле, в 1920 году — в Лебеде, в 1925 году — в Живописце, в 1934 году — в Геркулесе и в 1936 году — в Ящерице. Быстро погаснув, эти звезды ослабели и видны теперь лишь в сильные телескопы. Почти все неожиданно и быстро возгоравшиеся новые звезды, которые мы только что перечислили, были открыты любителями астрономии и часто школьниками. Каждый может открыть новую звезду, если он будет помнить, что они вспыхивают вблизи светлой полосы Млечного пути. Надо изучить главные звезды созвездий, лежащих в Млечном пути, и раз в вечер осматривать их, не появилась ли в них внезапно «лишняя», «новая» звезда, которая не помечена на звездной карте.

Новые звезды — это своего рода хамелеоны: они так быстро меняются в своей яркости, то вспыхивая, то ослабевая, так быстро меняется вид их спектра, температура и т. д., что за всем этим астрономы едва-едва успе-

Установлено, что чем дольше период изменения блеска цефеиды (периоды встречаются от нескольких часов до нескольких недель), тем больше ее истинная яркость, и эти две величины соответствуют друг другу очень строго. Предполагают, что колебания блеска цефеид вызваны периодическими расширениями и сжатиями этих светил. Когда они расширяются, их блеск ярче, и наоборот. Как бы то ни было, подмеченная связь периода цефеиды с ее истинной яркостью очень для нас важна, и вот почему.

В некоторых туманностях, имеющих спиральную форму, как, например, туманность в Андромеде, были обнаружены звезды, то есть было доказано, что в форме таких туманностей мы видим галактические звездные системы, состоящие из миллионов звезд. Эти звездные системы так далеки от нас, что рядовые солнца, входящие в их состав, кажутся едва-едва мерцающими блестками света. Их очень много, и потому они сливаются для нас в сплошную пелену света, подобно тому как это происходит в полосе Млечного пути, тоже состоящей из множества очень слабых, а в действительности ярких, но далеких звезд.

Среди самых ярких звезд в этих спиральных звездных системах были открыты цефеиды, периоды изменения блеска и видимые яркости которых можно было измерить без затруднений. Кроме того, в этих системах наблюдались вспышки новых звезд.

Известно, по какому закону меняется видимый блеск источника света, когда меняется его расстояние от нас. Поэтому, сравнивая видимую яркость цефеид или новых звезд с той истинной яркостью, которую они, как мы знаем, имеют в действительности (для цефеид мы это устанавливаем по длительности периода изменения их блеска), можно легко вычислить расстояние до этих цефеид и новых звезд. Это расстояние, вместе с тем, будет расстоянием и до той спиральной звездной системы (спиральной туманности), в которой они находятся.

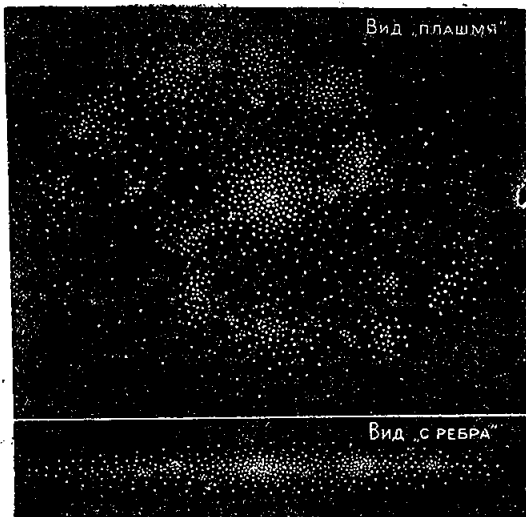


Рис. 166. Звездная система Млечного пути, или нашей Галактики, как она должна быть видна для обитателей других галактик.

Результаты таких измерений показали, что все эти спиральные туманности лежат далеко за пределами всей той звездной системы, которая состоит из всех звезд наших созвездий и всех звезд, составляющих Млечный путь. Млечный путь и звезды созвездий составляют, как установлено, единую огромную звездную систему, в состав которой входит и наша солнечная система. Эта звездная система по форме напоминает толстый блин и, может быть, тоже имеет спиральное строение. От одного края этой системы звезд, или Галактики, как ее называют, до другого края свет идет 60 тысяч лет.

Что же оказывается? Спиральные туманности — это звездные системы, по своему размеру и строению подобные нашей Галактике, их можно назвать другими галактиками. Ближайшие из них отстоят от Солнца так далеко, что свет от них идет 300 тысяч лет. Самые далекие из таких спиральных туманностей — галактик — еще в 500 раз дальше. Вся вселенная, как видно в наши телескопы, состоит из таких гигантских звездных систем. Каждый год теперь открывают новые, все более и более далекие галактики. Вселенная безгранична, но безгранично и развитие человеческой науки, раскрывающей перед нами грандиозные картины истинного строения мира.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ЗЕМЛЯ

Глава I. Земля в пространстве . . . . .	3
Глава II. О том, каким образом Земля вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца . . . . .	11
Глава III. Обращение Земли вокруг Солнца . . . . .	19
Глава IV. Одиннадцать главных движений Земли . . . . .	29
Глава V. Земля как планета . . . . .	38
Глава VI. Как произошла Земля . . . . .	49

### ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ЛУНА

Глава I. Луна как спутник Земли . . . . .	55
Глава II. Фазы Луны . . . . .	61
Глава III. Движение Луны около Земли . . . . .	66
Глава IV. Описание поверхности Луны . . . . .	70
Глава V. Атмосфера Луны . . . . .	80
Глава VI. Обитаема ли Луна? . . . . .	82
Глава VII. Затмения Луны . . . . .	88
Глава VIII. Солнечные затмения . . . . .	94

### ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. СОЛНЦЕ

Глава I. Солнце — центр планетного мира . . . . .	103
Глава II. Измерение расстояния Солнца от Земли . . . . .	110
Глава III. Свет и теплота Солнца. Солнечные пятна . . . . .	118
Глава IV. Солнечная атмосфера . . . . .	125
Глава V. Колебания солнечной энергии . . . . .	130
Глава VI. Наше Солнце — это только звезда . . . . .	139

### ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ. ПЛАНЕТНЫЙ МИР

Глава I. Движения планет кажущиеся и действительные. Различные системы мира . . . . .	145
---------------------------------------------------------------------------------------	-----

Глава II. Меркурий . . . . .	151
Глава III. Венера . . . . .	156
Глава IV. Планета Марс — Земля в миниатюре . . . . .	161
Глава V. Юпитер — гигант планетного мира, и астероиды — планеты-карлики . . . . .	172
Глава VI. Сатурн — чудо солнечной системы . . . . .	183
Глава VII. Уран . . . . .	191
Глава VIII. Нептун . . . . .	196

### ЧАСТЬ ПЯТАЯ. КОМЕТЫ И МЕТЕОРЫ

Глава I. Кометы в истории человечества . . . . .	203
Глава II. Движение комет в пространстве . . . . .	208
Глава III. Природа комет . . . . .	218
Глава IV. Метеоры и метеориты . . . . .	222

### ЧАСТЬ ШЕСТАЯ. ЗВЕЗДЫ

Глава I. Звезды и созвездия . . . . .	231
Глава II. Описание созвездий . . . . .	234
Глава III. Положение звезд на небе . . . . .	245
Глава IV. Яркость звезд, их число, их расстояния . . . . .	249
Глава V. Строение звезд. Перемены, замечаемые в небе . . . . .	254
Глава VI. Двойные, тройные и более сложные звезды . . . . .	260
Глава VII. Движения звезд . . . . .	263
Глава VIII. Бесконечная вселенная . . . . .	267

### ДОПОЛНЕНИЯ .

I. За полвека . . . . .	273
II. Еще три движения Земли . . . . .	282
III. Как рождаются миры . . . . .	284
IV. Новое о мире планет . . . . .	288
V. Кометы . . . . .	294
VI. Мир звезд . . . . .	295



### **ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА**

Ответств. редактор *Н. Дороватовский*.  
Художественный редактор *И. Иванов*.  
Технический редактор *Г. Шейнберг*.  
Корректоры *А. Хлебодарова*  
и *Р. Гранова*.

Сдано в производство 5/VIII 1937 г.  
Подписано к печати 3/VII 1939 г.  
Детиздат № 1400. Индекс Д-7.  
Формат 70 × 92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>, 18 п. л. + 22 вкл.  
(20,86 уч. авт. л.) 11<sup>1</sup>/<sub>16</sub> бум. л. 90112 зн.  
в бум. л. Тираж 15 000. Уполномоченный  
Главлита А-12701. Заказ № 1183.

---

Набрано и сматрицировано в I Образ-  
цовой типографии, Москва, Валуев, 28.  
Отпечатано с матриц на Фабрике дет-  
ской книги Изд-ва детской литературы  
ЦК ВЛКСМ, Москва, Суцеевский вал, 49.