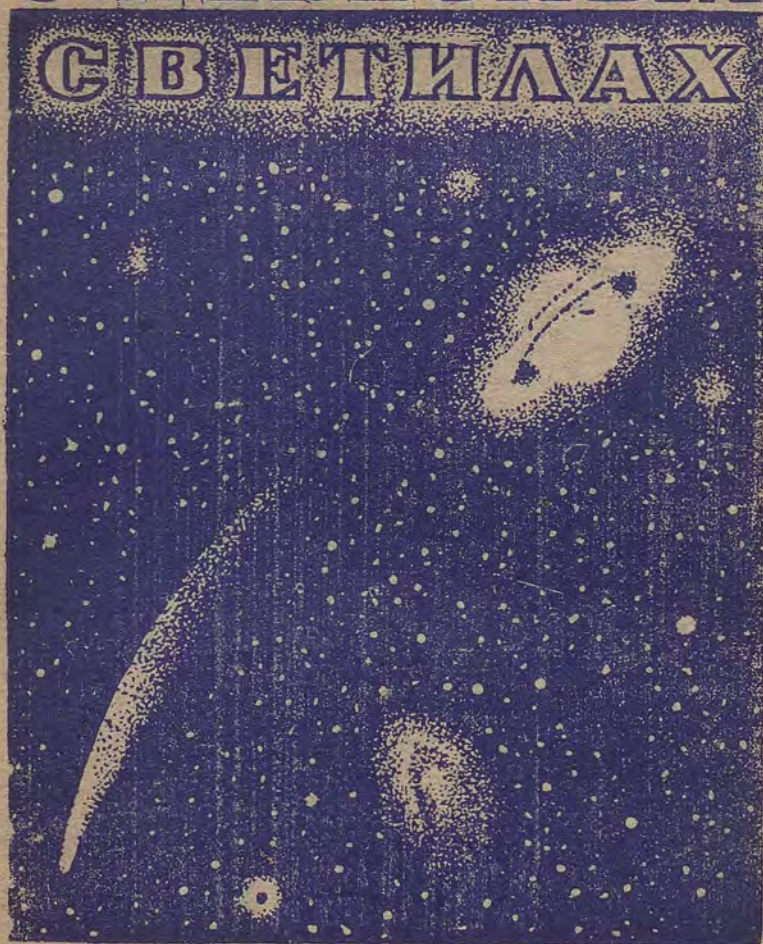


59  
K-24

В. КАРМИЛОВ

# О НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛАХ



МОЛОТОВГИЗ  
1945







В. И. КАРМИЛОВ

930

О НЕБЕСНЫХ  
СВЕТИЛАХ

1300  
4424

БИБЛИОТЕКА  
Пердского  
и жинго издательства  
Инд. № \_\_\_\_\_

ОГИЗ  
Молотовское Областное Издательство  
1945

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие. . . . .	3
Представление о небесных светилах у древних народов. Научные способы определения расстояний до небесных светил, их состава и температуры. . . . .	5
«Небо» . . . . .	11
Солнце . . . . .	12
Дни солнцестояний и равноденствий . . . . .	20
Солнечная система . . . . .	22
Меркурий . . . . .	28
Венера . . . . .	29
Марс . . . . .	31
Луна . . . . .	33
Солнечное и лунное затмение . . . . .	40
Солнечное затмение 9 июля 1945 г. . . . .	43
Большие планеты. Астероиды . . . . .	48
Кометы, метеориты, падающие звезды . . . . .	49
Звезды . . . . .	55
Звездные системы . . . . .	62
Происхождение солнечной системы . . . . .	63
О начале и конце мира . . . . .	68
Приложение	
Примечания. . . . .	73
Таблица солнечных и лунных затмений для ближайшего времени. . . . .	77
Список популярных книг по вопросам астрономии. . . . .	78

Редактор — С. И. Василев.

---

Подписано к печати 2 июля 1945 г.	Формат 84×108 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>
Объем 5 печ. листов. Авт. л. 3,6. Уч.-изд. 4,9.	
ЛБ 04787.	Тираж 5000. Цена 1 руб. 75 коп.

---

Молотовская тип. № 8 треста „Полиграфкнига“ ОГИЗ:а  
при СНК РСФСР. Зак. № 731.



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Всякий мыслящий человек стремится вести разумную деятельную жизнь. Характер и направление деятельности человека во многом зависит от его мировоззрения: что представляет окружающий нас мир, какое место принадлежит в нем Земле и живущему на ней человечеству?

Каждый человек по-своему отвечает на эти вопросы и, в зависимости от ответа, строит свою жизнь и работу. Совершенно ясно, что на основании только личного, ограниченного опыта человек не сможет составить правильного представления о Мире; ему нужно использовать все научные данные, накопленные человечеством за время его существования. Наиболее общее и полное представление о Мире, о Вселенной дается астрономией. Без знания основных положений астрономической науки нельзя составить правильного мировоззрения. Эти основные положения кратко излагаются в нашей книжке. Читатель найдет в ней описание Солнца и Луны, Марса, Венеры и других планет солнечной системы; он получит научное представление о кометах и звездах, ознакомится с теориями происхождения и развития солнечной системы и звезд. Размышляя над этим материалом, осозная и усваивая его, читатель сможет составить необходимое для разумной деятельности, современное научное представление о Мире.

Автор, свыше 25 лет ведущий популярные лекции по астрономии, имел также в виду помощь начинающему лектору; в связи с этим материал разбит по возможным темам в желательной последовательности их проведения. Очевидно, в любую из тем, если она будет освещаться отдельно от других, обязательно должно входить краткое изложение сведений о строении солнечной системы, о Солнце и Луне. Описанию этих светил мы отвели место, соответствующее их значению для жизни человека. Чтобы облегчить лектору ответы на возможные вопросы по числовым и физическим характеристикам планет солнечной системы, мы свели соответствующие данные в таблицу; помимо этого, излагая материал, мы стремились осветить те вопросы, которые обычно интересуют аудиторию (возможность полета на Луну, возможность жизни на Венере и Марсе и пр.). Значительное место отведено затмениям в связи с предстоящим полным солнечным затмением 9 июля с. г.

К некоторым вопросам, главным образом, расчетного характера, сделаны примечания, помещенные в конце книжки. Там же дана упомянутая выше таблица физических характеристик планет солнечной системы, таблица ближайших солнечных и лунных затмений и список рекомендуемой литературы.

При составлении книжки нами использованы вузовские курсы астрономии: В. и Б. Стремгрена, Полака, Попова — «Движение миров» Джинса, «Астрономия на основе наблюдений», Рюдо, «Мироведение» Мейера, а также журнальная литература («Мироведение», «Природа») «Астрономический календарь» Горьковского АГО и др.

Данные о затмении 9 июля с/г. приводятся по А. А. Михайлову (Астрономический календарь ГАГО, 1944 г.).

*Автор.*





## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛАХ У ДРЕВНИХ НАРОДОВ. НАУЧНЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕ- ДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ ДО НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ, ИХ СОСТАВА И ТЕМПЕРАТУРЫ

Когда человек в глубоком безмолвии ночи наблюдает стройное движение небесных светил, он невольно задает себе вопросы: что представляют собою звезды? Как далеко отстоят они от Земли? Какова их величина, состав, физическое состояние? Особенно возникают эти вопросы относительно Солнца и Луны,—светил, имеющих явно большое значение для жизни человека.

В разное время своей многовековой жизни, в зависимости от состояния научных знаний, люди по-разному отвечали на эти вопросы. В древние времена, свыше пяти тысяч лет назад, они судили о небесных светилах только на основании того, что видели. Наблюдение же показывает человеку, что Земля—неподвижна, что над ней находится голубой свод, небо, к которому как бы прикреплены звезды. Небо со звездами обращается вокруг Земли; вокруг Земли движутся Солнце и Луна,—так человек объяснял ежедневно наблюдаемый восход и заход звезд, Солнца и Луны. Это общее представление о небе, небесных светилах и Земле видоизменялось у отдельных народов в связи с условиями их жизни.

По учению древних вавилонян, звезды прикреплены к внутренней стороне неба; под ними движутся две большие свечи—Солнце и Луна и пять маленьких (планеты). Над небесным сводом находится дождевая вода: если открывается небесная решетка, на Земле идет дождь.

По представлению древних египтян звезды свешиваются с неба наподобие ламп, Солнце проезжает между ними в течение дня на лодке, а по вечерам опускается в подземное царство.

По представлениям древних греков небо неподвижно. Солнце, Луна и звезды поднимаются из океана, проходят свой видимый путь над горизонтом и снова погружаются



в воду, чтобы, набравшись сил, наутро опять начать свое обычное движение.

В те времена человек находился в большой зависимости от природы, и, особенно, от Солнца. Можно сказать, что видимое движение Солнца определяло весь порядок трудовой деятельности человека. Восход Солнца прогонял страх человека перед опасностями, угрожавшими ему во мраке ночи от диких зверей. Радостно встречал он первые лучи Солнца, с наступлением дня начинал свою трудовую деятельность, чтобы прекратить ее с наступлением новой ночи. Солнце приносило человеку не только свет, но и тепло. Весною оно пробуждало к жизни растения; под действием Солнца развивались и созревали хлебные злаки. «Солнце, щедро посылающее Земле свет и тепло,—это могучий лучезарный бог»; повидимому, путем таких суждений древний человек пришел к обожествлению Солнца. Богу Солнцу поклонялись египтяне, персы, индусы. Даже еще в 1492 году культ Солнца существовал в Перу и Мексике, причем Солнцу приносились человеческие жертвы.

В жарких странах с сухим климатом (например, в Индии) в летнее время днем невозможно работать вследствие высокой температуры. Полевые работы и переезды совершаются ночью, при свете Луны. В этих странах обоготворялось не только Солнце, но и Луна. В честь Солнца и Луны воздвигались храмы. Жрецы внимательно следили за движением Солнца и Луны среди звезд. В связи с этим более чем за три тысячи лет до нашего времени египтяне имели достаточно ясное представление о видимом годовом движении Солнца, знали продолжительность года, умели приблизительно определять время солнечных затмений, знали, что среди звезд, сохраняющих постоянное взаимное расположение, имеются «блуждающие» звезды—планеты. Наблюдая за появлением в восточной стороне небесного свода различных созвездий в разные времена года, египетские жрецы сопоставили время ежегодного разлива Нила с восходом Солнца в определенной созвездии. Зная путь Солнца между звездами, они могли заранее оповестить население о предстоящем разливе Нила и начале полевых работ. Для Египта это было важно,—там снега зимой не бывает и, стало быть, нет видимых признаков начала весны в виде тающего снега. Таким образом, астрономические знания оказались полезными и нужными в хозяйственной жизни земледельческих народов. Астрономические знания египтян были впоследствии усвоены греками. От греков они перешли к другим европейским народам. Проходили века за веками, знания о движе-



нии небесных светил уточнялись. Но еще очень долго, включая и средние века, люди продолжали считать Землю неподвижной, а звезды, Солнце и Луну вращающимися вокруг Земли. Лишь 400 лет назад с большим трудом стало пробивать себе дорогу учение польского астронома Коперника, считавшего, что наблюдаемое нами суточное движение Солнца и звезд, их восход и заход—только обман нашего зрения; на самом же деле происходит вращение Земли около ее оси, отчего и наблюдается смена дня и ночи. Земля, кроме вращательного движения около оси, имеет и другое движение, в течение года она перемещается по кругу около Солнца, наподобие других темных тел—планет. «Осмелился я вопреки давнему мнению математиков и вопреки, так сказать, здравому смыслу подумать о движении Земли»—говорит о себе Коперник. Однако в его время большинство людей и среди них многие ученые астрономы считали Землю неподвижным плоским диском, над которым возвышается голубой купол неба.

Почему же первоначальное представление человека о небесных светилах оказалось столь ошибочным? Потому, что для наблюдений над ними он пользовался только своим зрением, а оно, как и другие органы чувств, далеко не совершенно.

Для того, чтобы составить правильное суждение о небесных светилах, человеку необходимо было изобрести такие инструменты, которые увеличили бы остроту органов чувств, и, прежде всего,—глаза. Таким инструментом оказался телескоп (зрительная труба), построенный итальянским ученым Галилеем в 1613 году. Наблюдая небесное светило в телескоп, мы во много раз как бы приближаемся к нему, а значит, можем увидеть на его поверхности подробности, неразличимые для глаза на далеком расстоянии. Например, если действительное расстояние от Земли до Луны 400 000 километров, то в телескоп с увеличением в 500 раз мы ее видим так, как видели бы простым глазом с расстоянием  $400\,000 : 500 = 800$  километров. При помощи телескопа ученые не только ознакомились с поверхностью ближайших к Земле небесных тел, но и произвели с них многочисленные фотографические снимки. Придавши телескопу угломерные круги, астрономы уточнили взаимное расположение звезд, составили подробные карты звездного неба и путем математических вычислений определили расстояние между небесными светилами.

Чтобы понять, как можно измерить расстояние до недоступного светила, следует вспомнить измерение расстояния



до недоступного предмета на поверхности Земли, — например, до дерева, находящегося за большой рекой. На берегу реки на достаточном взаимном расстоянии вбивают два колышка А и В и измеряют расстояние между ними. Это — так называемый базис (база). Затем при помощи угломерного инструмента находят величину углов АВХ и ВАХ. Допустим, база оказалась равной 40 метрам, а углы — соответственно 70° и 80°; по базе и двум углам строят треугольник, пользуясь каким-либо масштабом, например, 1 см = 5 м. На чертеже



Рис. 1. Определение расстояния до недоступной точки.

измеряют стороны треугольника АХ и ВХ, затем определяют по масштабу соответствующие им расстояния на местности. Подобным же образом производят определение расстояний до Солнца и планет: При этом базой служит расстояние между двумя значительно удаленными друг от друга обсерваториями, находящимися, например,

в Южной Африке и Северной Европе. При определении расстояний до звезд применяются и другие способы, дающие вполне надежные результаты.

Перед человеком, определившим расстояние до светил, возник более трудный вопрос — об их составе. Из какого вещества состоят звезды, Солнце? Из такого же, как и Земля, или особенного, имеющегося только на этих светилах? Казалось, что на этот вопрос человеку никогда не удастся ответить, — ведь нельзя достичь поверхности Солнца или звезд и непосредственно там исследовать их состав. Умело используя открытия, которые в течение многих десятилетий делали ученые разных специальностей, астрономы разрешили и этот вопрос. Учеными химиками было найдено, что все бесчисленные имеющиеся на Земле тела состоят из небольшого числа основных веществ, — так называемых элементов. Таких элементов известно 92. Ученые физики установили, что каждый элемент, если он находится в газообразном состоянии и нагрет до свечения, испускает лучи строго определенных цветов. Свои особые цвета имеют раскаленные пары железа, свои особые цвета у раскаленного газа водорода и т. д. Стало быть, если нагреть тело неизвестного состава до высокой температуры и затем внимательно просмотреть излу-



чаемые им цвета, можно узнать, какие элементы входят в состав тела. Только и здесь на помощь глазу надо привлечь какой-либо инструмент: наш глаз не различает отдельных цветных лучей, если они идут общим смешанным пучком, — такой пучок лучей кажется нам бесцветным, белым. Так, например, бесцветными кажутся нам лучи Солнца, — хотя они состоят из лучей фиолетового, синего, голубого, зеленого, желтого, оранжевого и красного цвета. Чтобы обнаружить цветность лучей, надо их отделить друг от друга, — как это происходит, например, в радуге. Обычно для разделения бесцветного пучка лучей на составные цвета пользуются стеклянной призмой. Наблюдаемые цветные лучи называются спектром тела. По спектральным цветным линиям и определяют состав тел. Прибор, содержащий призму и зрительную трубу для рассмотрения спектра, называется спектроскопом. Спектроскоп применяют для определения состава небесных тел следующим образом. Свет от небесного светила через телескоп направляют на призму спектроскопа, рассматривают через небольшую зрительную трубу отдельные цвета и, сопоставляя их с цветными лучами элементов, узнают, какие элементы находятся на далеком небесном теле.

Насколько точен этот способ определения состава светила показывает следующий факт. В 1868 году Жансен при изучении солнечного спектра нашел в нем линии, которые не соответствовали ни одному земному элементу. Жансен решил, что этот элемент находится только на Солнце и поэтому его следует назвать «солнечным». По-гречески Солнце — «Гелиос»: элемент был назван гелием. Но через 27 лет, в 1895 году Рамзай обнаружил гелий и на Земле. Таким образом, при помощи спектроскопа гелий сначала был открыт на недоступном для непосредственного обследования Солнце, а затем уже на Земле.

В дальнейшем изложении мы будем указывать не только расстояние до небесных тел и их состав, но и температуру поверхности. Как можно определить температуру поверхности светила? Это измерение производится при помощи термомпары. Термопара представляет две проволоки из разных металлов, — например, железа и меди, меди и константана. Два конца проволок спаяны, а другие два конца присоединяются к гальванометру — прибору, измеряющему силу электрического тока. Оказывается, если подогревать место спая проводов, по ним пойдет электроток; сила его измеряется гальванометром. По величине электротока можно судить о высоте температуры спая. Термопару можно изготовить



весьма небольших размеров. В телескопе, как в фотоаппарате, получается уменьшенное изображение планет в виде небольшого кружка. Помещая спай термопары в различных участках изображения светила, получают различное нагревание и различной силы ток; по величине последнего устанавливают высоту температуры.

Для определения температуры небесных светил (в частности звезд) применяются и другие способы, на которых мы не останавливаемся; все они приводят в основном к одним и тем же результатам.

Применение телескопа, спектроскопа и термопары к исследованию небесных светил значительно расширило наши знания об этих телах по сравнению с теми знаниями, которые были у людей 100 и даже 50 лет назад.

Современные телескопы представляют собою подлинное чудо техники. Так, самый мощный зеркальный телескоп, находящийся на американской «Солнечной» обсерватории на горе Вильсон, имеет в качестве объектива зеркало диаметром  $2\frac{1}{2}$  метра и весом (с оправой) 5 тонн. Общий вес трубы телескопа — свыше 100 тонн. Диаметр башни, под куполом которой помещается этот гигант, равен 33 метрам: перемещение ее производится 40 электромоторами. Во время наблюдений телескоп приводится в движение часовым механизмом, идущим очень точно, вес гири которого равен 2 тоннам. Телескоп может давать увеличения до 4000.

Угловые измерения астрономическими инструментами производятся с точностью до двух сотых долей секунды. Чтобы оценить по достоинству эту точность, напомним, что под углом в 1 секунду метр «виден» с расстояния 2000 км.

Применяя спектроскоп, можно разделить узкий пучок света в полосу свыше 10 м, что очень облегчает наблюдение отдельных цветных линий в спектре небесного тела.

Термопары изготавливаются весьма небольших размеров — до сотых долей миллиметра, что дает возможность исследовать температуру отдельных участков поверхности светил. Насколько велика чувствительность термопар к изменению температуры, можно видеть из следующего примера: при помощи термопары и 2,5-метрового телескопа можно обнаружить нагревание от одной свечи, зажженной на расстоянии 3000 км от телескопа.

При помощи описанных приборов, применяя дополнительно более сложные приемы исследования и расчетов, наука и получила те знания о небесных светилах, которые будут изложены в дальнейшем.



## «НЕБО»

Еще 400 лет назад находились люди, которые думали, что голубой небесный купол действительно существует; метеориты — небесные камни, иногда падающие на Землю, — эти наивные люди считали обломками небесного свода. В настоящее время мы знаем, что голубой или синий купол неба представляет только обман нашего зрения. Стратостат «СССР», поднявшийся в 1939 году на высоту 19 километров, нигде не встретил «твердого неба», не помешало «небо» стратостату «Осоавиахим» подняться в 1934 году на высоту 22 км. Летчики наблюдали только постепенное потемнение находящегося над их головами «неба» по мере поднятия стратостата. Почему же у стоящего на Земле человека получается такое впечатление, как будто действительно над Землей распростерлось голубое небо в виде купола, опирающегося своими краями на видимый горизонт?

Впечатление шарообразности «неба» получается потому, что при наблюдении небесных светил невооруженным глазом нельзя установить неодинаковость их расстояний от Земли: все светила кажутся нам одинаково удаленными. Но из геометрии известно, что точки, находящиеся на одинаковом расстоянии от одной точки, расположены на поверхности шара (сферы); таким образом, звезды и другие небесные светила, находящиеся, как нам представляется, на одинаковом расстоянии от глаза наблюдателя, кажутся нам расположенными на внутренней поверхности голубого шара; в центре этого шара (небесной сферы) находится глаз наблюдателя.

Голубой или синий цвет неба объясняется тем, что идущие от Солнца лучи различных цветов в земной атмосфере рассеиваются неодинаково: больше других рассеиваются синие и голубые лучи, почему небо и кажется нам синим или голубым. Если в воздухе находится достаточное количество частичек пыли или углерода, как это бывает во время лесных пожаров, то тогда сильно рассеиваются и красные лучи: небо приобретает багровый цвет. Чем значительнее слой воздуха, тем больше он рассеивает синих (голубых) лучей. По мере поднятия стратостата вверх этот слой уменьшался, количество рассеянного света становилось меньше, почему и небо для пилотов представлялось все более и более темным. Так объясняет наука шарообразность (сферичность) кажущегося «неба» и его обычный голубой или синий цвет. Твердое небо («твердь») — жилище богов — при свете науки ушло в область отдаленных преданий.



## СОЛНЦЕ

Из предшествующего изложения мы видели, как многочисленны обманы нашего зрения. Обычное наблюдение Солнца невооруженным глазом показывает нам, что его ослепительно-светлый диск находится от Земли на близком расстоянии, что по своим размерам Солнце значительно меньше Земли. Совсем иное мы находим в действительности. Описанными выше способами было установлено, что расстояние от Земли до Солнца—почти сто пятьдесят миллионов километров. Поезд, идущий без остановок со скоростью 150 километров в час, смог бы пройти это расстояние только в 115 лет. Восемь минут и восемнадцать секунд требует для прохождения расстояния от Солнца до Земли свет, распространяющийся со скоростью триста тысяч километров в секунду. Только вследствие такого огромного расстояния от Земли Солнце кажется нам незначительным по своим размерам: на самом же деле оно в миллион триста тысяч раз по объему больше Земли. Представим себе Солнце в виде шара диаметром 1 метр; диаметр Земли в этом же масштабе был бы меньше сантиметра. Если бы мы могли оказаться на поверхности Солнца, мы нашли бы там знакомые земные элементы: водород, гелий, кальций, натрий, углерод, серу, азот, железо, никель и др. Так как температура Солнца даже на его поверхности доходит до  $6000^{\circ}$ , то вещество на Солнце не может существовать в твердом и жидком состояниях: оно находится в состоянии газообразном. Таким образом Солнце—огромный, имеющий высокую температуру, газообразный шар.

В обычных земных условиях мы привыкли к тому, что газы имеют меньшую плотность, чем вода. Средняя же плотность газообразного вещества Солнца в 1,4 больше плотности воды.

Такая большая средняя плотность газообразных масс Солнца объясняется тем, что внутренние его слои находятся под огромным давлением тяжести вышележащих слоев. У центра Солнца это давление достигает 40 миллиардов атмосфер. Благодаря большому давлению частицы газа взаимно сближаются, газ сильно уплотняется, превышая по своей плотности плотность воды.

Так как средняя плотность земных пород больше плотности воды в 5,5, то легко подсчитать, <sup>1)</sup> что масса Солнца в 330 тысяч раз больше массы Земли. Представим массу Земли гирькой в 10 г; масса Солнца в этом же масштабе была бы выражена грузом в 3 тонны 300 кг.



Нам известно, что в земной атмосфере вследствие неодинакового давления и температуры газы находятся в постоянном движении. Если разность давлений в различных областях атмосферы особенно велика, движение воздуха приобретает бурный характер, возникают ураганы и смерчи большой разрушительной силы, за короткое время сметающие с лица земли целые города. Насколько же более мощные движения должны происходить в газовых массах Солнца, там, где температура измеряется тысячами градусов, а давление — сотнями тысяч и миллионами атмосфер! Такие движения газообразных масс Солнца мы наблюдаем в виде солнечных пятен. Как показывает самое название, солнечные пятна представляют темные образования на ослепительно-светлом диске Солнца. Их форма неправильна и чрезвычайно изменчива. Большие пятна обычно распадаются на ряд мелких, которые снова делятся и, наконец, постепенно исчезают. Иногда пятна занимают такую большую площадь, что их можно видеть простым глазом (через закопченное стекло).

Установлено, что пятна — мощные вихревые движения газов в солнечной атмосфере. В верхней части вихревой воронки газы расширяются и вследствие этого охлаждаются: температура пятен ниже температуры соседних с ними частей поверхности Солнца на  $1000-1500^{\circ}$ . Надо иметь в виду, что пятна кажутся темными только относительно соседних с ними участков солнечной поверхности; действительная яркость их превышает яркость вольтовой дуги.

Длительными наблюдениями установлено, что количество пятен на Солнце периодически изменяется. Именно, если в каком-либо году наблюдалось наибольшее количество пятен по сравнению с предыдущим и последующим годами, то новое наибольшее количество пятен будет наблюдаться приблизительно через 11 лет. В 1944—45 году пятен на Солнце не наблюдается совсем, или же они наблюдаются в небольшом количестве: эти годы являются годами «минимума», наименьшего количества солнечных пятен. В ближайшие годы количество (и площадь) солнечных пятен будет увеличиваться и достигнет наибольшего значения («максимума») в 1950—51 годах. Этого мы ожидаем потому, что предшествующий максимум солнечных пятен был в 1939 году.

Из изложенного ясно, что в годы появления наибольшего количества пятен газы на поверхности Солнца приходят в особенно бурное движение. Это — годы усиленной



деятельности Солнца. Усиление деятельности Солнца через каждые 11 лет проявляется не только в увеличении общего количества и общей площади солнечных пятен: увеличивается также количество и мощность «протуберанцев». Протуберанцами называются мощные фонтаны раскаленных газов, выбрасываемые на огромную высоту над поверхностью Солнца. Форма протуберанцев весьма причудлива и изменчива. Об их размерах можно составить представление по следующим данным. Протуберанец, сфотографированный 29 мая 1919 года, имел длину пятсот пятьдесят тысяч километров. Сорок три раза Земля могла бы уложиться на протяжении этого протуберанца! Удивительна, по нашим земным масштабам, и та скорость, с которой происходит



Рис. 2. Солнечный протуберанец 19/IX 1893 г. Черным кружком изображена относительная величина Земли.

поднятие протуберанцев: она часто превышает 500 километров в секунду. Впервые существование протуберанцев было обнаружено при полном солнечном затмении (в 1842 году) в виде пламенных выступов на темном, закрытом Луною, диске Солнца. В настоящее время имеются астрономические инструменты, дающие возможность наблюдать протуберанцы в обычной (каждодневной) обстановке. Установлено, что протуберанцы состоят главным образом из водорода и кальция. Кроме внезапно появляющихся, бурно протекающих протуберанцев, на Солнце наблюдаются протуберанцы и другого типа, представляющие спокойное истечение газа из глубоких слоев солнечной атмосферы.

Во время полных солнечных затмений обнаружено также существование «солнечной короны», — неясного, серебристо-матового сияния, ореолом окружающего темный диск Солнца. Солнечная корона состоит из весьма разреженных газов и твердых пылевых частиц, располагающихся около Солнца под действием его притяжения, а также и под действием электрических сил. 2) Корона простирается на многие миллионы километров от поверхности Солнца. Так как с одиннадцатилетним периодом



деятельности Солнца связано изменение его электрического состояния, то вид короны в годы максимума и минимума солнечных пятен бывает различным. В годы максимума лучи короны идут во всех направлениях от Солнца, корона имеет «растрепанный» вид. В годы минимума корона вытянута в длину, образуя как бы два крыла вдоль по экватору Солнца.

Одиннадцатилетний период деятельности Солнца часто напоминает нам о себе различными интересными, происходящими на Земле, явлениями.

Так, в 1938—40 годах многие жители г. Молотова были свидетелями необычных световых явлений. Именно, в вечерние и ночные часы в северо-западной и северной части горизонта вставали и устремлялись ввысь неясно очерченные, переливающиеся, слегка окрашенные в красноватый цвет светлые полосы. Казалось, что где-то далеко за горизонтом то один, то другой невидимые прожекторы попеременно на короткие мгновения освещают небо. Эти полосы иногда переходили в огненные столбы красноватого цвета; иногда они напоминали отблески заката давно ушедшего за горизонт Солнца. Все это—ничто иное, как далеко видимые особо сильные полярные сияния. Как они возникают на Земле? Почему особенно значительной силы они достигали в 1938—40 годы? Полярными сияниями земная атмосфера чутко отзывается на те явления, которые происходят на Солнце. Выше было указано, что в 1938—39 годах Солнце было особенно деятельно, его атмосфера находилась в особенно бурном движении,—это были годы наибольшего количества пятен и протуберанцев. Установлено, что солнечные пятна магнитны, что Солнце в области пятен излучает много электронов—мельчайших зарядов отрицательного электричества. Электроны, дойдя до Земли, попадают в верхние слои земной атмосферы, причем особенно густой поток электронов задерживается у земных магнитных полюсов. Благодаря потоку электронов в верхних слоях атмосферы происходят электрические разряды, сопровождаемые свечением газов. Это свечение и представляет собою полярные сияния. Цветность отдельных полос полярных сияний зависит от того, через какие газы проходит электрический разряд. Магнитность пятен и связанные с ними электрические явления оказывают влияние на общее состояние земного магнитного поля. При появлении больших пятен магнитная стрелка выходит из обычного положения, изменяется сила земного магнитного поля,—происходит, как обычно



говорят, «магнитная буря». Так как радиосвязь осуществляется при помощи электромагнитных волн, значительное изменение электрического состояния атмосферы во время солнечных пятен препятствует передаче радиосигналов. Так было во второй половине января 1938 года, когда герои-папанинцы могли держать радиосвязь только с островом Ян-Майен, осуществление же связи с островом Рудольфа было невозможно. Так было 24 марта 1940 года, 17 сентября 1941 года и во многих других случаях, когда солнечные пятна вызвали прекращение радиосвязи.

В летнее время с увеличением солнечных пятен возрастает общая грозовая деятельность в земной атмосфере.

Такова незримая, но безусловная связь явлений, происходящих в земной атмосфере с усилением или ослаблением солнечной деятельности. Земля чутко отзывается на все изменения идущего от Солнца потока электромагнитной энергии—полярными сияниями, магнитными бурями, грозовой деятельностью.

Наблюдения над солнечными пятнами позволяют с достаточной точностью определить скорость вращения Солнца около оси. Ранее мы отмечали, что обычно пятна скоро распадаются и исчезают. Однако бывают случаи, когда одно и то же пятно наблюдается в течение двух-трех месяцев. Очевидно, промежуток времени между двумя последовательными появлениями пятна, одинаковыми по отношению к наблюдателю, и представляет время обращения Солнца около оси. Оно оказалось различным для разных широт—24 дня 18 часов для экватора и 33 дня для широты 75°. На одной и той же широте скорость вращения изменяется в зависимости от глубины слоя, увеличиваясь от внутренних слоев солнечной атмосферы к внешним.

Неодинаковый период вращения различных зон Солнца около оси подтверждает высказанное ранее положение о газообразном состоянии Солнца.

Изложенное выше краткое описание солнечных пятен и протуберанцев способствует пониманию происходящих на Солнце явлений; но оно далеко не отображает общей картины мощных движений газообразных масс внутри Солнца и на его поверхности. Нельзя ли нарисовать себе целостную картину происходящего на Солнце бурного движения газов?

Если мы хотим подчеркнуть мощность, быстроту, хаотичность какого-либо движения, мы сравниваем его с бурным движением воды в кипящем котле. Во время больших пожаров мы можем наблюдать и мощное движение газов,



когда причудливой формы столбы ревущего пламени поднимаются к небу, ужасая и привлекая одновременно своим величием. Какие же найти слова для описания стихийного движения огромных газовых масс Солнца, если эти газы имеют температуру свыше пяти тысяч градусов, если пламенные столбы этих газов под давлением в миллионы атмосфер поднимаются на высоту в десятки и сотни тысяч километров!

Гениальный ученый М. В. Ломоносов дает такую картину происходящих на Солнце явлений:

«Когда бы смертным толь высоко  
Возможно было возлететь,  
Чтоб к Солнцу бренно наше око  
Могло приблизившись воззреть:  
Тогда б со всех открылся стран  
Горящий вечно океан.  
Там огненны валы стремятся  
И не находят берегов.  
Там вихри пламенны крутятся  
Борющиеся множество веков;  
Там камни, как вода кипят;  
Горящи там дожди шумят».

1987  
Ломоносов писал эти строфы двести лет назад, когда в распоряжении астрономов находились незначительные по силе телескопы. Поэтому нельзя не удивляться тому, насколько верно представлял себе наш великий соотечественник физическое состояние Солнца. Ведь по существу такую же картину поверхности Солнца рисует один из наиболее видных астрономов нашего времени — Джинс. Он пишет: \*)

«Ясно, что Солнце — не мертвый Мир. Наоборот, здесь ничто не пребывает в покое. Все находится в бешеном движении, вся поверхность возбуждена, кипит, бурлит и извергается разными путями... Огромные фонтаны пламени там и сям бьют над солнечной поверхностью на сотни тысяч километров в высоту».

Мы не в состоянии представить себе движения невероятно-горячих газов в гигантском котле — газообразном шаре — Солнце. Мы можем сказать, что этот огромный, в миллион с лишним больший Земли шар подлинно насыщен энергией, которую он щедро посылает в мировое пространство, в частности и нашей Земле. На Земле солнечная энергия проявляется в самых разнообразных:

\*) Джинс. Движение миров. Стр. 39.





формах. Пользуясь ею, мы часто не подозреваем, что источником нашего благополучия является Солнце. В конечном счете Солнце дает нам электроосвещение; оно движет поезда и пароходы; оно надувает ветром паруса судов. Можно сказать, что всякая работа на Земле производится полностью или частично за счет энергии Солнца. Солнце создает круговорот воды на земной поверхности и образует мощные воздушные течения в атмосфере. Напомним, как это происходит. Солнечные лучи испаряют воду с поверхности морей и океанов. В жарких (тропических) странах они нагревают поверхность Земли сильнее, чем в странах с холодным климатом. Огромные массы нагретого тропического воздуха поднимаются вверх, насыщаются водяными парами и перемещаются в более холодные области земной поверхности. Там воздух охлаждается, охлаждаются и пары воды; они выпадают на Землю в виде дождей, образуя истоки рек. Речная вода снова поступает в моря и океаны, чтобы опять испариться и совершить прежний путь в атмосфере и на поверхность Земли. Ясно, что без солнечного тепла не было бы воздушных течений, прекратили бы свой бег журчащие ручьи, иссякли бы реки и озера. Солнце движет воду и перемещает атмосферный воздух. Энергия Волховской, Днепровской, Свирьской, будущей Камской электростанций—это энергия Солнца.

Солнечная энергия—не только в движении воды и воздуха. Солнечные лучи разлагают углекислоту на кислород и углерод в листьях растений. Кислород выделяется в воздух, а углерод остается в качестве строительного материала для ветвей и ствола растения (дерева). Значит, без солнечного света не было бы на Земле растений, не было бы остатков растений в виде каменного угля. Вот почему мы говорим, что передвижение наших поездов, пароходов, работа электростанций, поглощающих каменный уголь, торф и дрова, есть одно из многочисленных превращений солнечной энергии. С полным основанием можно сказать, что все движущееся и живущее на Земле обязательно потребляет солнечную энергию. Без солнечной энергии воздух обратился бы в жидкое, затем твердое состояние,—земной шар стал бы миром мертвенного покоя и безмолвия.

На Землю поступает лишь двухмиллиардная часть всей излучаемой Солнцем энергии. Чтобы дать представление о количестве этой энергии, приводим некоторые цифры. Территория Советского Союза ежегодно получает в виде



тепловых, световых и химических солнечных лучей столько энергии, сколько могли бы дать 16 миллиардов тонн каменного угля. Напомним для сравнения, что по плану третьей пятилетки годовая добыча угля в нашем Союзе в 1942 году должна была составлять 243 миллиона тонн. В южных районах нашего Союза на каждый квадратный метр освещенной поверхности падает столько солнечной энергии, что ее было бы достаточно для горения 100 электроламп по 15 ватт каждая. На площадь в 6 гектаров падает количество энергии, равное энергии Волховской электростанции.<sup>3)</sup> Невольно возникает вопрос, почему же мы не пользуемся этой даровой энергией? К сожалению, техника не нашла пока достаточно простого и прямого пути использования солнечной энергии в промышленных установках. Установки, использующие солнечную энергию, дают лишь горячую—до 100–120°—воду для бань, прачечных, приготовления пищи и т. д. Такие установки работают в Алжире, Тунисе, Калифорнии и у нас, в Советском Союзе, в ряде пунктов средне-азиатских республик (Зайсанск, Самарканд, Ташкент). Советскому гелиотехнику К. Г. Трофимову, в Ташкенте, благодаря умелому предотвращению тепловых потерь, при совершенно пасмурном небе удавалось за счет рассеянного солнечного излучения доводить воду до температуры 120°. Ему же зимой при пасмурном небе и температуре  $-4^{\circ}$  за счет рассеянного солнечного излучения удавалось нагревать воду до кипения. Однако для промышленного использования вода температуры 120–130° не годится,—давление пара при этих температурах незначительно,—всего 2–2,75 атмосфер. Чтобы нагреть воду в паровом котле солнечным теплом до более высокой температуры, пришлось бы строить сложные, большие и дорогие зеркальные установки, собирающие и направляющие солнечные лучи на котел. Оказывается, это дороже, чем сжигать в топках обычных котлов даже изда-дека привезенное топливо. Попытки использования солнечной энергии идут в настоящее время по другому пути: отыскиваются способы прямого превращения ее в электрическую, минуя обычные посредствующие звенья,—дерево, торф, каменный уголь, динамомашину. Уже теперь построены так называемые «фотоэлементы», в которых электрическая энергия, электрический ток получается за счет световой энергии (греческое слово «фотос» означает свет). Инженер Сименс несколько лет назад демонстрировал небольшой электромотор, который приходил в движение при падении солнечного света на металлический щиток



размером в квадратный дециметр. Человек, пользующийся энергией Солнца пока лишь в виде энергии ветра, движущейся воды, теплоты сгорания дерева, торфа и угля, медленно, но упорно и верно идет к разрешению задачи непосредственного превращения солнечной энергии в энергию электрическую.

Мы говорили об использовании солнечной энергии. Но что является ее неиссякающим источником? Ведь каждую секунду Солнце лучеиспускает  $8 \cdot 10^{25}$  калорий или  $34 \cdot 10^{22}$  эргов энергии. <sup>4)</sup> Откуда берется такое огромное количество последней?

Академик В. Г. Фесенков \*) так отвечает на этот вопрос: «Солнце светит и греет потому, что в нем постоянно происходит постепенное сгорание водорода и превращение его в гелий». В результате этого сгорания и связанного с ним лучеиспускания масса Солнца ежесекундно уменьшается на  $38 \cdot 10^5$  тонн и ежегодно на  $10^{14}$  тонн. Вся масса Солнца равна  $2 \cdot 10^{27}$  тонн, причем на долю водорода приходится вероятно около трети, т. е. примерно  $7 \cdot 10^{26}$  тонн. Легко подсчитать, что сгорание 1% массы водорода, —  $7 \cdot 10^{24}$  тонны, — может обеспечить лучеиспускание Солнца в течение  $7 \cdot 10^{24}$ ;  $10^{14} = 7 \cdot 10^{10}$  — семидесяти миллиардов лет.

Таким образом, человек может быть спокоен за сохранение Солнцем его лучеиспускания на сотни миллионов лет; тем более упорно должен он искать способы непосредственного использования солнечной энергии.

## ДНИ СОЛНЦЕСТОЯНИЙ И РАВНОДЕНСТВИЙ

Выше мы указывали на полную зависимость первобытного человека от природы и на особенное значение для него солнечного света и тепла.

За многие тысячелетия общественной коллективной жизни человек приобрел большие знания о природе, создал науку с ее техническими применениями. Благодаря общественному созидательному труду он не только во многом освободился от неблагоприятных воздействий природы, но и сумел широко использовать ее стихийные силы. Пещеры, землянки и шалаши он заменил благоустроенными, отепленными жилищами; ночную тьму он по своему произволу прогоняет яркими, соперничающими с Солнцем, искусственными источниками света. Вследствие этого современный человек, особенно жи-

\*) Журнал «Природа», 1943 г. № 5.



тель города, природе уделяет мало внимания. Редко поднимает он взор к небу,—к Солнцу и звездам: для него это уже не боги, которым надо приносить молитвы и жертвы; а небесные светила, которые надо изучать. Однако некоторые черты быта и до настоящего времени властно напоминают нам об уходящих в глубь веков торжественных празднествах в честь бога Солнца. Эти праздники были связаны с особо интересными моментами видимого годового движения Солнца по небесной сфере с днями равноденствий и солнцестояний.

Каждый наблюдательный человек на основании своего житейского опыта знает, что продолжительность дня и ночи в течение года изменяется. 21 марта и 23 сентября день равен ночи; это—дни весеннего и осеннего равноденствий. С 21 марта в северном полушарии Земли начинается весна, с 23 сентября—осень. 22 июня—самый продолжительный день и самая короткая ночь; 22 декабря—самый короткий день и самая продолжительная ночь: это—дни летнего и зимнего солнцестояний. С 22 июня начинается лето, с 22 декабря—зима. \*) Таким образом, продолжительность дня в северном полушарии с 22 июня уменьшается до 22 декабря; с 22 декабря день начинает увеличиваться (практически ближайшие к 22 декабря дни—23, 24, 25 декабря—имеют одинаковую продолжительность). Нам известно, что периодические изменения продолжительности дня и ночи, а также смена времен года происходит в связи с движением Земли вокруг Солнца и постоянным наклоном ее оси вращения к плоскости орбиты. Как воспринимал эти явления древний человек, уклад жизни которого столь непосредственно зависел от солнечного света и тепла?

С начала осени лучезарный бог Солнце реже останавливает свой взор на Земле, меньше посылает ей света и тепла. Холоднее и короче становятся дни, длиннее—бездеятельные ночи, тяжелее условия существования. Так продолжается, однако, только до 22—25 декабря: с этого момента день начинает увеличиваться, Солнце начинает посылать Земле больше света,—оно в дни зимнего солнцестояния как бы возрождается для нового круга своего

---

\*) Необходимо иметь в виду, что 21 марта, 22 июня, 23 сентября и 22 декабря—средние астрономические даты начала весны, лета, осени и зимы. Действительное начало времен года в отдельных пунктах земной поверхности определяется их климатическими особенностями и может не совпадать с астрономическими.



годового движения. Естественно, что эти «переломные» дни 22—25 декабря у всех древних народов отмечались торжественными празднествами. Персы ежегодно 25 декабря праздновали день рождения бога Солнца—Митры, индусы—бога Агни; древние славяне в конце декабря и начале января устраивали длительные праздники предков («святки»). Праздниками отмечался и день весеннего равноденствия; около этого времени под солнечными лучами растоплялись снега и льды, после зимнего сна вновь оживала, как бы воскресала природа. Весеннее пробуждение природы символически праздновалось, как воскресенье страдавшего бога. Праздниками отмечаются и дни летнего солнцестояния, когда в честь Солнца—бога огня—зажигались костры, около которых устраивались обрядовые пляски и пр.

С течением времени культ Солнца был оставлен. Религии, пришедшие ему на смену, не могли, однако, преодолеть жизненного уклада народов, веками привыкших к празднованию дней солнцестояний и равноденствий: праздники в честь новых богов пришлось приурочить ко времени бывших праздников в честь Солнца.

Таким образом, зимние, летние, весенние и осенние религиозные праздники говорят нам о бывшем некогда обоготворении Солнца. Одновременно они напоминают о наиболее интересных моментах видимого годового его движения.

## СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Выше мы видели, как обманчивы наши суждения о небе, Земле и Солнце, основанные только на простом наблюдении. Видимого неба не оказалось вовсе; Земля, в неподвижности которой как будто нельзя и сомневаться, в действительности вращается около своей оси, чем и объясняется смена дня и ночи, восход и заход небесных светил в течение суток. Солнце—этот небольшой светлый диск—оказалось огромным газообразным шаром в миллион триста тысяч раз большим Земли по объему и в семьсот с лишним раз большим всех планет по массе.

Существует еще одно явление, относительно которого надо установить происходит ли оно в действительности; или—тоже кажущееся: это—видимое годовое движение Солнца по небесной сфере.

Годовое перемещение Солнца на небесной сфере между звездами замечено и изучено еще в глубокой древности



вавилонскими и египетскими жрецами в связи с обожествлением Солнца. Бога, лучезарное Солнце, в момент появления первых его лучей над горизонтом жрецы приветствовали молитвенными обрядами. Так как продолжительность зари (предраусветных сумерек) в южных широтах небольшая, то незадолго до восхода Солнца в той части горизонта, где ожидалось появление Солнца, жрецы могли наблюдать на темном еще небе достаточно яркие звезды. Легко было заметить, что звезды всегда сохраняют свое взаимное расположение. Некоторые группы звезд очерчиваниями напоминали форму какого-либо земного предмета, животного и т. д. По такому сходству, усиленному воображением и фантазией, получали свое название многие созвездия (созвездие Льва, Пегаса, Дельфина, Тельца, Треугольника и др.). Наблюдения показывали, что Солнце не восходит всегда в одном и том же созвездии: в течение года оно перемещается по определенным созвездиям, последовательно проходя их в своем движении с запада на восток. Созвездия эти называются зодиакальными и в связи с тем, что большая часть их носит имена животных. \*)



Рис. 3. Созвездие Льва.

Движение Солнца по зодиакальным созвездиям вокруг Земли можно было считать действительным до тех пор, пока не были известны величина и расстояние Солнца от Земли. Для нас, знающих истинные его размеры и расстояние от Земли, может ли быть правдоподобным, чтобы небольшая по сравнению с Солнцем Земля была бы неподвижным центром, а огромное Солнце перемещалось бы в течение года около Земли по кругу радиуса 150 000 000 км? Естественно возникает мысль, что это движение кажущееся; что надо лишь объяснить, чем оно вызвано. Объяснение видимого годового движения Солнца было дано Коперником 400 лет назад. По учению Коперника, это движение — отображение действительного движения Земли вокруг Солнца.

Для уяснения этого обратимся к рисунку.

\*) Зоон — по-гречески — животное.



Солнце  $S_0$  находится в центре двух окружностей, по малой окружности движется Земля, большая же окружность представляет видимый, наблюдаемый в течение года, кажущийся путь Солнца по небесной сфере. На окружности показаны созвездия, по которым при этом проходит Солнце.

Впечатление движения Солнца получается следующим образом. Допустим, что Земля находится в положении  $T_1$  (начало весны). Если смотреть с поверхности Земли

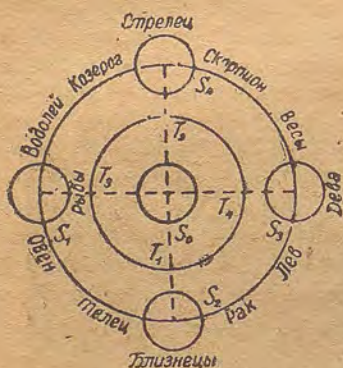


Рис. 4. Объяснение кажущегося годового перемещения Солнца по созвездиям.

в направлении  $T_1S_1$  — на Солнце, то на небесной сфере в этом направлении мы встретим созвездие Рыб. Оно будет видимо на востоке перед восходом Солнца, и мы могли бы сказать: «Солнце восходит в созвездии Рыб». Днем звезды созвездия вместе с Солнцем будут перемещаться по небесному своду; свет их, как и других звезд в дневное время, не будет виден, — он теряется в ослепительных лучах Солнца. Ночью это созвездие, как и Солнце, уйдет за горизонт и также не будет видимо. Таким образом, весной созвездия Рыб не видно. Наоборот, превосходно будут видимы ночью диаметрально противоположные созвездия, например, созвездие Девы.

Когда Земля передвинется в положение  $T_2$  (начало лета), Солнце будет усматриваться в направлении  $T_2S_2$ ; оно будет восходить уже в созвездии Близнецов. Ночью видны диаметрально противоположные созвездия (например, Скорпион). При дальнейшем перемещении Земли в положение  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_1$  Солнце покажется нам движущимся последовательно через созвездия Девы, Козерога и снова — Рыб. В течение года Земля завершает полный оборот вокруг Солнца. Нам же, не замечающим этого движения, кажется, будто Солнце в течение года движется по поясу зодиакальных созвездий.

Особенная заслуга Коперника заключается в том, что он имел научное мужество высказать совершенно новую, невероятную для его времени мысль, что Земля, — с матери-



ками и морями, с миллионами живых существ,—свободно движется в пространстве. В 1616 году учение Коперника о движении Земли было осуждено инквизицией. «Утверждать, что Земля не находится в центре вселенной, что она не неподвижна и имеет суточное движение—бессмысленно, философски неправильно и является по меньшей мере заблуждением»,—говорится в постановлении инквизиции. В настоящее время имеется много доказательств движения Земли вокруг Солнца, неизвестных Копернику 400 лет назад.

По существовавшим до Коперника представлениям вокруг Земли двигались не только Солнце и звезды, но и планеты. Планетами греки называли светила, которые, не отличаясь от звезд по внешнему виду, резко отличались от них по характеру видимого движения. Именно, в течение некоторого времени планеты перемещаются среди звезд в одном направлении, затем как бы останавливаются и начинают движение в противоположном направлении, чтобы через некоторое время опять прийти в движение в прежнем направлении. Планеты как бы блуждают среди звезд, в связи с чем они и получили свое название (план-эта—блуждающая звезда).

Греческие астрономы насчитывали 7 планет, включая в это число Солнце и Луну. Пяти планетам были даны имена греческих и римских богов (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн). Каждой из планет был посвящен один из дней недели; таким образом получилась семидневная неделя.

Для объяснения запутанного видимого движения планет греческий ученый Птоломей придумал очень сложную систему круговых движений, на описании которой мы останавливаться не будем. Коперник, объяснивший кажущееся движение Солнца движением Земли, просто объяснил и планетные движения. Для понимания их надо только принять, что планеты движутся не вокруг Земли, а вокруг Солнца; действительные пути планет—круговые, но они естественно представляются нам весьма сложными, петлеобразными,—движение планет мы наблюдаем с движущейся, в свою очередь, Земли. Таким образом, по учению Коперника нет никакой разницы между движением Земли и планет: это движение происходит по окружностям, в центре которых находится Солнце, а не Земля. Земле, которую до Коперника считали центром Вселенной, центром Мироздания, Коперник отвел скромную роль обычной планеты.



По современным представлениям число спутников Солнца—планет, включая Землю, девять. Приводим их названия в порядке увеличения расстояния от Солнца: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Между Марсом и Юпитером движется, кроме того, большое количество малых планет.

Внешним признаком, по которому можно отличить планету от звезды, является перемещение планет между звездами, длительно сохраняющими постоянное взаимное расположение. Мы знаем теперь и другое, более существенное отличие планет от звезд: звезды, подобно Солнцу, имеют высокую температуру и светят собственным све-



Рис. 5а. Орбиты четырех ближайших к Солнцу планет.



Рис. 5в. Орбиты Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона.

том; планеты же—темные тела, светящие отраженным светом Солнца. Солнце вместе с обращающимися вокруг него планетами образует солнечную систему. Земля—рядовая планета этой системы. Рисунок поясняет взаимное расположение Солнца и планет.

При взгляде на общий план солнечной системы невольно возникает вопрос, какая сила удерживает планеты около Солнца? Почему они не разлетаются в мировое пространство? Ответ на этот вопрос был дан Ньютоном более 250 лет назад. Ньютон доказал, что небесные тела взаимно притягиваются, причем сила притяжения зависит от массы тел и расстояния между ними. Масса Солнца в 700 с лишним раз больше массы всех планет, вместе взятых; благодаря огромному притяжению Солнца



планеты не могут удалиться от него в мировое пространство. Но если Солнце притягивает все планеты, то почему же последние не падают на Солнце? Ведь поднятый над поверхностью Земли камень под действием притяжения Земли падает на ее поверхность, почему бы и Земле не упасть на Солнце?

Планеты не падают на Солнце вследствие очень большой скорости их движения. Земля, например, движется вокруг Солнца со скоростью почти 30 км в секунду. В солнечной системе происходит то, что мы можем представить себе и в наших земных условиях. Все мы знаем, что снаряд (камень) летит тем дальше, чем больше сообщенная ему скорость. Можно подсчитать, что если скорость снаряда увеличить до 8 километров в секунду, — и при этом исключить сопротивление воздуха, — снаряд не упал бы на Землю, а двигался бы около нее, как спутник. Земное притяжение мешало бы камню улететь от Земли в мировое пространство, а большая скорость не давала бы ему падать на Землю, — происходило бы уравновешение силы тяжести силой движения камня. Подобное явление происходит и в солнечной системе, где каждая планета притягивается Солнцем, а потому не уходит от него, — и в то же время она не может упасть на Солнце вследствие быстрого движения.

Чтобы можно было получить представление о взаимном расстоянии планет, времени их полного обращения около Солнца, их величине, массе и т. д., — приводим таблицу соответствующих данных. \*) Около некоторых планет имеются спутники, т. е. небесные тела меньших размеров, обращающиеся вокруг планет точно так же, как сами планеты обращаются вокруг Солнца.

Из таблицы видно, что планеты Меркурий и Марс имеют, по сравнению с Землей, малые размеры; наоборот, планеты Юпитер и Сатурн значительно превосходят ее по своим размерам и массе. Самая отдаленная планета Плутон требует для обращения вокруг Солнца 249 лет. Время обращения Земли вокруг Солнца мы называем годом; следовательно, год на Плуtone равен 249 земным годам. На Сатурне год равен почти 30 земным годам.

Около Земли движется только один спутник — Луна.

У других планет число спутников значительно больше. Уран имеет 4, а Марс 2 спутника. Юпитер и Сатурн, можно сказать, окружены целой свитой спутников:

\*) Таблица в конце книги.



у Юпитера их 11, у Сатурна—9; число спутников Юпитера превышает общее число планет солнечной системы.

Большое разнообразие мы находим в плотности вещества планет и времени их вращения около оси. Плотность Меркурия мало отлична от плотности Земли, значительно меньшими оказываются плотности больших планет. Последние находятся и в более быстром вращении около оси,— Юпитер, в 1300 раз больший Земли по объему, вращается около своей оси в два раза быстрее Земли («Сутки» на Юпитере продолжаются всего 10 часов).

Едва ли интерес к планетам солнечной системы— телам, подобным нашей Земле, будет исчерпан приведенными в таблице данными. Конечно, интересно знать, насколько другие планеты больше или меньше Земли, ближе или дальше расположены от Солнца; но еще более интересно установить, не похожи ли планеты на Землю по своему физическому состоянию; какова температура на планетах, есть ли на них вода и атмосфера, какие газы содержит последняя,— те же, что и атмосфера Земли, или же какие-либо другие;

и, наконец, может ли на других планетах существовать жизнь, подобная земной? Нет ли на планетах живых существ, обладающих, может быть, таким же строением тела, такими же органами чувств и разумом, как мы, жители планеты «Земля»?

Для освещения этих вопросов мы рассмотрим физические условия, существующие на Меркурии, Венере, Марсе и Луне. Эти небесные тела являются ближайшими соседями Земли, а потому и изучены более обстоятельно.

## МЕРКУРИЙ

Меркурий—небольшая, ближайшая к Солнцу планета. Масса Меркурия в 25 раз меньше массы Земли, плотность мало



Рис. 6. Относительная величина Солнца и планет.



отличается от земной. По наблюдениям Скиапарелли Меркурий обращается около своей оси в 88 дней. Период обращения его вокруг Солнца равен периоду вращения около своей оси. Вследствие этого Меркурий все время обращен к Солнцу одной стороной: на ней—вечный день. На другую сторону планеты лучи Солнца не попадают совсем: на ней—вечная ночь. Так как Меркурий в 2,5 раза ближе к Солнцу по сравнению с Землей, то каждый квадратный сантиметр его освещенной поверхности получает в 6,25 больше света и тепла, по сравнению с Землей. 5) Поэтому на обращенной к Солнцу стороне Меркурия температура очень высокая (до  $+400^{\circ}$ ), на теневой стороне, наоборот, очень низкая (ниже  $-100^{\circ}$ ).

Каких-либо явных доказательств того, что на Меркурии есть атмосфера, мы не имеем. Возможно, что атмосферы на Меркурии не было с самого начала существования планеты, возможно, что эта атмосфера, если она существовала, за сотни миллионов лет постепенно улетучилась в мировое пространство.

Как это могло произойти? Атмосфера состоит из газов. Частицы (молекулы) газов находятся в быстром движении,—при температуре  $0^{\circ}$  скорость движения частиц кислорода свыше 400, а частиц водорода—свыше 1800 метров в секунду. Чем выше температура, тем больше скорость частиц. От поверхности планеты они не улетают только вследствие силы притяжения со стороны планеты, как не улетают от Солнца по этой же причине сами планеты. Но если притяжение планеты небольшое, а скорость частицы значительна, то частица сможет покинуть планету и улететь в мировое пространство. Именно такие условия существуют на Меркурии. Температура на обращенной к Солнцу стороне планеты высокая, следовательно, скорость частиц газов большая; масса же Меркурия небольшая: планета, если даже она и имела когда-либо атмосферу, не смогла бы удержать ее на долгое время, частицы газов постепенно улетучились бы в мировое пространство.

При имеющихся на поверхности Меркурия температурных условиях и отсутствии атмосферы жизнь на этой планете в земных формах невозможна.

## ВЕНЕРА

Планету Венеру мы наблюдаем в виде самой яркой из всех звезд или утром на востоке перед восходом Солнца, или вечером на западе после захода Солнца; отсюда и частое название планеты—«утренняя» или «вечерняя» звезда.



После Солнца и Луны Венера—наиболее яркое светило: при благоприятных условиях ее можно видеть даже днем.

По величине и плотности Венера мало отличается от Земли. Вследствие близости к Солнцу она получает от него почти в два раза больше света и тепла по сравнению с Землей. Поэтому средняя температура поверхности Венеры должна быть не менее 60°.

Еще в 1761 году М. В. Ломоносов установил, что планету окружает плотная атмосфера. Последняя содержит так много облаков, что нет возможности увидеть что-либо на самой поверхности Венеры, а стало быть и нельзя с достаточной надежностью установить скорость ее вращения около оси. Яркий блеск Венеры объясняется именно большим количеством облаков в ее атмосфере, хорошо отражающих солнечный свет. Из каких газов состоит атмосфера Венеры? Из чего состоят плавающие в атмосфере облака,— из паров воды, как в земной атмосфере, или из мельчайших частичек пыли? Эти вопросы в настоящее время нельзя считать окончательно разрешенными. В 1934 г. американские астрономы Адель и Слайфер на основании своих наблюдений пришли к заключению, что атмосфера Венеры чрезвычайно богата углекислотой. Американский метеоролог Клейтон считает, что особенная густота облачного покрова на освещенной стороне Венеры может быть объяснена только при том условии, что на планете имеются большие водные пространства (океан). По мнению некоторых советских астрономов в атмосфере Венеры находятся многочисленные твердые (пылевые) частички.

Известный астроном Антониади считает, что иногда наблюдаемые быстрые изменения на Венере можно объяснить возникновением громадной силы ветров и ураганов, поднимающих и кружащих тучи пыли. «Блестящая каемка облачных масс может быть приписана активному испарению экваториальных океанов и сгущенного пара на большой высоте». «Эта планета представляет особый мир нашей солнечной системы, на котором растительная, животная и может быть и человеческая жизнь не кажется абсолютно невозможной при условии, если температура не будет слишком подниматься, если облака будут задерживать радиацию Солнца». \*) Если в атмосфере Венеры действительно находится большое количество углекислоты, и если облака ее состоят из твердых пылевых частиц, то невольно

---

\*) Мирознание, 1937 г. № 4. Антониади, Планета Венера. Стр. 241.



возникает предположение о бурной вулканической деятельности на планете. В каменноугольную эпоху, сотни миллионов лет назад, такой период особенно бурной вулканической деятельности переживала Земля. Выброшенное при этом в воздух большое количество углекислоты, высокая температура и влажность создали условия для развития на поверхности Земли мощного растительного покрова, остатками которого мы и пользуемся в виде каменного угля. Возможно, что Венера проходит теперь именно такую же стадию развития.

Во всяком случае у нас нет оснований отвергать предположение о существовании на Венере растительной жизни.

## МАРС

Планета Марс 23 августа 1924 года находилась в одном из наиболее благоприятных для наблюдений положений, повторяющихся через 15 лет. Миллионы людей с нетерпением ожидали результатов наблюдений над планетой в эти дни. Чем же был вызван и теперь не ослабевающий особый интерес к Марсу?

Эта небольшая планета имеет много сходного с нашей Землей. Продолжительность суток на Марсе немногим больше 24 часов. Как и на Земле, на Марсе происходит смена времен года; Марс окружен атмосферой,<sup>1)</sup> содержащей кислород и водородные пары. Вода на Марсе обнаружена и в твердом состоянии, в виде белых снеговых пятен у полюсов (так называемые «полярные шапки»). Зимой эти пятна увеличиваются, весной, вследствие таяния снега, уменьшаются и тогда у границ их наблюдается потемнение вследствие образовавшейся воды. Значительная часть Марса состоит, по видимому, из песчаных областей, отражающих главным образом красные лучи, чем и объясняется красноватый цвет планеты. На ее поверхности имеются в основном сохраняющие свою форму темные участки различной величины.

В 1877 году итальянский астроном Скиапарелли зарисовал целую сеть тонких правильных линий, пересекающих поверхность планеты в разных направлениях и целесообразно соединяющих ее темные участки. Если последние представляют собою водные пространства (моря), то соединение между ними может осуществляться при помощи проливов. Итальянское слово «канал» означает и пролив, и искусственный канал. Сеть каналов на поверхности Марса по первоначальным рисункам носила геометри-



чески правильный и целесообразный характер,—каналы соединяли моря по наиболее выгодным направлениям. Поэтому многие астрономы стали приписывать каналам искусственное происхождение: ведь так заманчиво на близкой к нам планете обнаружить жизнь разумных существ, сумевших создать мощную сеть грандиозных каналов длиной до 4—5 тысяч и шириной до 200 километров. Особенно много внимания уделил развитию этой гипотезы американский астроном Ловелл (на основании расчетов открывший планету Плутон и указавший, где следует ее искать). По

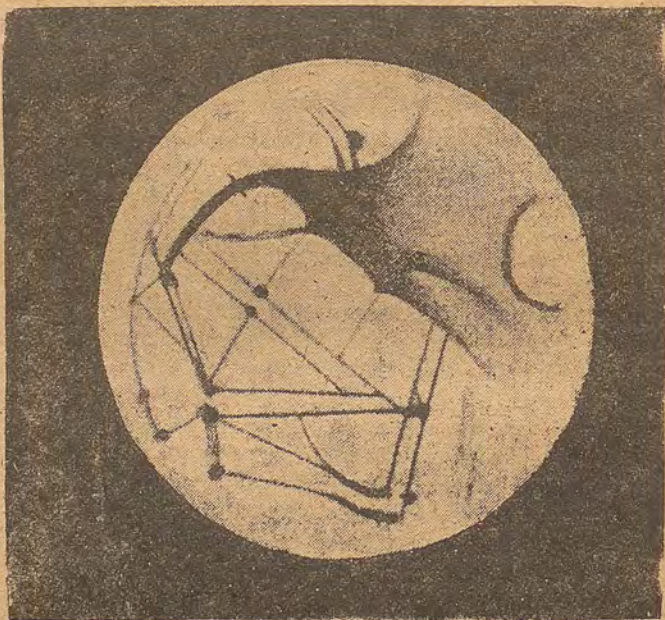


Рис. 7. Марс с «полярной шапкой» и каналами по наблюдению Скиапарелли.

представлению Ловелла Марс—планета, на поверхности которой воды осталось очень немного. Марсиане бережно ее сохраняют, покрывая берега каналов искусственными растительными насаждениями,—этим и объясняется большая ширина каналов. Таким образом, каналы—это полосы насаждений, дающие марсианам пищу и сберегающие драгоценную воду. Теперь должно быть понятным, почему так обострено было внимание к наблюдениям Марса в 1924 году. К этому времени в число действующих телескопов вошел описанный ранее 2,5-метровый телескоп, при помощи



которого и был сделан ряд фотоснимков планеты. Сплошных линий—каналов на фотографиях не получилось,—каналы распались на ряд многочисленных темных пятен. Таким образом, непрерывность каналов оказалась оптическим обманом: глаз, напрягающийся для рассмотрения слабо освещенных очертаний, стремится соединить, как показали опыты, светлые и темные пятна (точки) несуществующими прямыми линиями. В настоящее время многие астрономы считают каналы болотистыми пространствами, чередующимися с областями, покрытыми растительностью. Существование растительности на Марсе косвенно подтверждается изменениями в окраске поверхности Марса в зависимости от времен года. Если бы с Марса или Венеры наблюдать за окраской поверхности Земли весной,—когда только что сходит снег и растительность еще не развернулась,—летом, и наконец, осенью, то в зависимости от сезона окраска земной поверхности была бы различной, с преобладанием то темного, то зеленого, то желтого цветов. Такого рода изменения в окраске были обнаружены и на поверхности Марса. Но если на Марсе есть растительная жизнь, то нет оснований отвергать возможность и животной жизни,—в тех формах, которые определяются физическими условиями. Температура Марса, доходящая для экваториальной полосы до  $20^{\circ}$  в дневное время, не исключает такой возможности.

К сожалению, расстояние Марса от Земли не бывает меньше 55 миллионов километров. Таким образом, даже при увеличении телескопа в 1000 раз мы наблюдаем Марс так, как видели бы его невооруженным глазом на расстоянии 55 000 километров. Очевидно, пока нельзя требовать от астрономии скорого и окончательного разрешения загадки о существовании жизни на Марсе. Новые знания об этой интереснейшей планете мы получим после создания более мощных телескопов.

## ЛУНА

Луна—самое близкое к Земле небесное тело: она находится, в среднем, на расстоянии всего около 400 000 километров от Земли. При скорости в 15 километров в секунду потребовалось бы только  $7\frac{1}{2}$  часов, чтобы достигнуть поверхности Луны.

Луна значительно меньше Земли: объем ее в 50, а масса в 80 раз меньше объема и массы Земли. Луна обращается вокруг Земли в 27,3 суток, и в это же время



совершает полный оборот около своей оси. Поэтому Луна все время обращена к Земле одной стороной.

Известно, что народы Аравии, Месопотамии и Палестины движение Луны вокруг Земли издавна использовали для измерения времени. Почему же именно Луну удобно было избрать для этой цели? Прежде всего потому, что Луна—наиболее яркое после Солнца светило, не ослепляющее, однако, наблюдателя. Затем,—и это наиболее существенно,—внешний вид Луны периодически изменяется в течение небольшого промежутка времени—месяца: Луна бывает видна то в форме узкого серпа, то в виде полукруга, то в виде полного круга,—в течение месяца изменяются фазы Луны. Объяснение этого явления сводится к следующему.

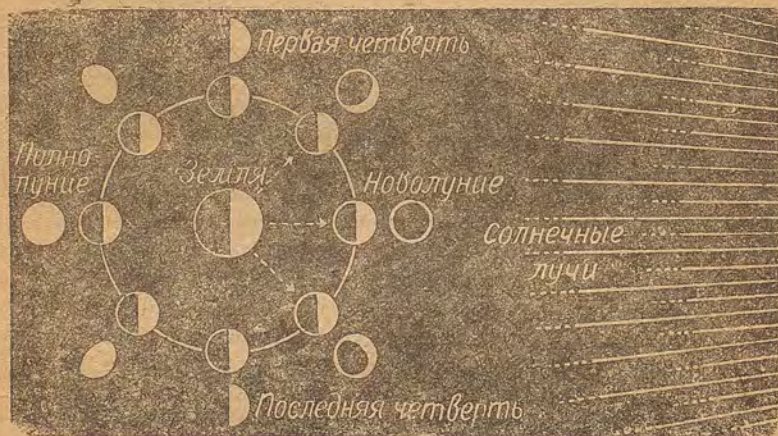


Рис. 8. Объяснение лунных фаз.

Как уже мы знаем, Луна обращается около Земли, а Земля, в свою очередь, обращается около Солнца. Очевидно, Луна, Земля и Солнце при этом могут находиться в разнообразных взаимных положениях. Так как Луна—темное тело и светит лишь отраженным светом Солнца, мы в состоянии видеть только ту часть поверхности Луны, которая освещена Солнцем и свет от которой может достигнуть Земли.

На рисунке солнечные лучи показаны падающими на Луну и Землю справа. В том положении Луны, Солнца и



Земли, которое отмечено надписью «новолуние», половина Луны освещена Солнцем. По рисунку видно, что лучи от освещенной части не могут дойти до Земли,—Луну во время новолуния не видно. При дальнейшем движении Луны земной наблюдатель будет усматривать все большую и большую часть освещенной поверхности Луны: Луна «растет» от узкого серпа до правой половины диска (первая четверть) и до полного диска (полнолуние); затем идет уменьшение освещенной части до левой половины диска (последняя четверть), и до узкого серпа, постепенно уменьшающегося по мере приближения Луны к положению новолуния. Очевидно, последующее новолуние произойдет в то время, когда взаимное расположение Солнца, Луны и Земли восстановится. Нетрудно подсчитать, через сколько дней это будет. Если бы Солнце не казалось нам перемещающимся на небесной сфере, то Луна через 27,3 суток снова бы пришла к положению новолуния. Но Солнце в своем кажущемся годовом движении за 27,3 суток уйдет от прежнего положения на небесном своде между созвездиями приблизительно на  $27^\circ$ . \*) Чтобы восстановить первоначальное, соответствовавшее новолунию, положение, Луна должна еще переместиться на  $27^\circ$ . Так как суточное перемещение Луны на небесной сфере равно  $360 : 27,3 = 13^\circ$ , то  $27^\circ$  она пройдет за двое с небольшим суток. Таким образом, каждое последующее новолуние происходит после предшествующего через 29,5 суток; это и есть продолжительность месяца. Из рисунка нетрудно видеть, что каждая область лунной поверхности в течение 14 с лишним суток непрерывно освещается солнечными лучами, а последующие 14 с лишним суток на нее солнечные лучи не попадают; таким образом, день и ночь на Луне продолжаются по 14 с лишним суток.

Мы уже указывали, что Луна обожествлялась многими древними народами. Появление первого небольшого серпа Луны, ее «рождение» сопровождалось празднествами. Эти празднества были приурочены к началу месяца. Но месяц содержит не целое число, а 29,5 суток. Поэтому приходилось один месяц считать равным 29 дней, другой 30. Продолжительность каждого месяца определялась жрецами; они же оповещали население о начале нового месяца. Первый день месяца у римлян назывался «Календе». \*) Отсюда произошло название «календарь».

Магометанский и еврейский календари до сих пор имеют в своей основе лунный месяц. С движением Луны

\*) «Каляре» значит оповещать.



связано также время празднования христианской пасхи: она должна праздноваться в первое воскресенье после мартовского полнолуния, поэтому пасхальная ночь всегда бывает темная.

Наблюдая за изменением лунных фаз, человек издавна заметил, что на поверхности Луны имеются темные пятна, сохраняющие свои очертания. По наивным представлениям некоторых древних народов, Солнце разгневалось на своего соперника Луну и опалило его: поэтому на лике Луны и образовались темные пятна. Галилей первым из астрономов наблюдал поверхность Луны при помощи телескопа. Он решил, что темные участки на поверхности Луны — водные вместилища, моря, а светлые — материки. «Морям» были даны совершенно произвольные названия. На карте лунной поверхности мы найдем «Море спокойствия», «Море дождей», «Океан бурь», «Море кризисов» и т. д. Дальнейшими наблюдениями было установлено, что на Луне нет ни воды, ни атмосферы. Отдельные участки лунной поверхности, однако, сохранили прежнее название морей. Для нас моря — это только более низкие, меньше отражающие солнечный свет, области лунной поверхности, не содержащие ни капли воды.

При рассмотрении физических условий на Меркурии мы остановились на вопросе, почему на этой планете нет атмосферы. Высказанные тогда соображения относятся и к Луне: если на Луне когда-нибудь и существовала атмосфера, то благодаря слабому притяжению Луны частицы газов ее атмосферы с течением времени улетучились в мировое пространство. Интересны температурные изменения на поверхности Луны. Участки, на которые в течение 14 с лишним суток падают солнечные лучи, приобретают температуру до  $+130^{\circ}$ ; эти же участки ночью, когда в течение 14 с лишним суток они не только не получают света и тепла от Солнца, но и беспрепятственно, за отсутствием атмосферы, излучают тепло в окружающее пространство, они охлаждаются до  $-120-130^{\circ}$ . Такие резкие изменения температуры для земных условий совершенно необычны.

Благодаря близости Луны к Земле поверхность Луны изучена очень подробно. Она оказалась неровной, покрытой многочисленными кольцевыми горами, — «кратерами» или «цирками». Как показывает самое название, обычная лунная гора представляет кольцевой вал, окружающий плоское дно, расположенное ниже смежной с валом поверхности.



Размеры цирков очень значительны. Так, диаметр цирка Гримальди достигает 235 километров. Кольцевые горы, повидимому, наиболее распространенная форма горных образований на Луне; на карту лунной поверхности нанесено около 40 000 кратеров и цирков. На Луне имеются также отдельно стоящие горы в виде пиков и утесов; имеются и мощные горные цепи. Последним даны названия земных горных цепей; на лунной карте мы найдем Апеннины, Альпы, Кавказ. Отдельные вершины этих цепей поднимаются на высоту свыше 8 километров.



Рис. 9. Вид лунной поверхности.

В различных направлениях лунную поверхность прорезают глубокие, до 4-х километров шириною, трещины, идущие на сотни километров. От отдельных цирков в разных направлениях расходятся лучевые светлые полосы, хорошо заметные уже при наблюдении в бинокль.

Из всего вышеизложенного видно, что поверхность Луны носит необычный для земного наблюдателя характер. На Земле нет таких огромных кольцевых гор, нет отдельно стоящих пиков, нет столь глубоких и так далеко идущих трещин, нет ничего подобного светлым лучам, расходящимся от цирков.

Как объяснить происхождение этих образований на лунной поверхности?

Имеются два наиболее принятых объяснения.

1. Поверхность Луны приняла присущий ей вид вследствие бурной вулканической деятельности, которая имела



место в давнее время. Вулканическая деятельность Луны оставила после себя кратеры, значительно больше земных. Отчасти потому, что сила тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле. Следовательно, одна и та же сила давления вулканических газов способна была на Луне произвести перемещение масс в 6 раз больших, чем на Земле. Давлением этих же газов можно объяснить образование глубоких трещин—борозд, заполненных затем магмой.

2. Второе объяснение сводится к метеоритному происхождению особенностей лунной поверхности. Кратеры, напоминающие воронки от огромных снарядов, образовались вследствие падения на Луну многочисленных «метеоритов»—небесных камней. Как увидим дальше, в мировом пространстве, кроме больших небесных тел—планет и их спутников, движется бесчисленное множество сравнительно небольших тел разнообразной формы. Эти камни при встрече с Луной с огромными скоростями, иногда превышающими 100 километров в секунду, падают на ее поверхность и, подобно снарядам, образуют большие воронки—кратеры. Большие размеры кратеров объясняются меньшей силой тяжести на Луне по сравнению с Землей, а также тем, что на Луне нет атмосферы, которая уменьшала бы скорость падения метеоритов и снижала бы их разрушительное действие. Особенно много метеоритов падало на поверхность Луны (и Земли) в те отдаленные времена, когда Луна представляла уже твердое тело, Земля же еще не имела затвердевшей коры,—поэтому мы и не находим на Земле следов от падения метеоритов. Кроме того, кратеры на поверхности Земли могли быть разрушены действием воды, воздуха, солнечного тепла, разрушающих целые горные цепи. На Луне же, где нет ни воды, ни воздуха, следы падения метеоритов в виде кратеров могли сохраняться сотни миллионов лет.

Очевидно, оба предположения относительно происхождения лунных кольцевых гор не противоречат друг другу. Часть кратеров могла произойти вследствие падения метеоритов, часть—вследствие действия вулканических сил. В пользу того предположения, что на Луне действовали огромной мощности вулканические силы, косвенно говорят наблюдения над отражением света лунной поверхностью: оно—такое же, как от поверхности, покрытой вулканическим пеплом.

Все же для нас остается удивительной большая величина лунных кратеров. Один из самых больших кратеров на Земле—кратер вулкана Мауна Лоа—имеет диаметр 56



километра. Самый большой кратер метеоритного происхождения — Аризонский (Америка) — имеет всего 190 метров глубины и 3,4 километра в окружности. Как видим, размеры этих кратеров далеко не достигают размеров лунных цирков.

Из предшествующего изложения можно было видеть, насколько подробно изучена поверхность Луны. С полным основанием можно сказать, что многие области земного шара известны нам меньше, чем обращенная к нам сторона Луны. Однако при всем ясном представлении о лунных кратерах, цирках, бороздах, лучах, нам все же не хочется отказаться от мысли, что когда-нибудь, и не в очень далекое от нас время, человек непосредственно на поверхности Луны познакомится с особенностями ее ландшафта. Можно ли совершить полет на Луну при современных технических средствах?

Энтузиаст науки русский ученый К. Э. Циолковский предложил проект устройства межпланетного ракетного поезда, при помощи которого, пролетая 15 километров в секунду, можно было бы достигнуть Луны всего за 7,5 часов. Однако при движении этого поезда встретится ряд существенных затруднений.

Прежде всего, надо преодолеть силу земного притяжения, которое будет явно действовать на всякое летящее по направлению к Луне тело до тех пор, пока последнее не удалится от Земли на расстояние 360 000 километров. В пределах земной атмосферы придется преодолевать также сопротивление воздуха. На преодоление силы тяжести и силы сопротивления воздуха надо затратить очень много энергии в виде топлива. Очевидно, нельзя будет использовать такие виды топлива, как уголь или нефть, — они занимают большой объем и слишком тяжелы. Надо отыскать другие, более удовлетворяющие условиям полета, источники энергии. По мысли Циолковского<sup>6)</sup> в вагонах-ракетах межпланетного поезда должно содержаться топливо для продвижения лишь одного ракетного вагона за пределы земной атмосферы. Вагоны с топливом, по мере израсходования горючего, последовательно отрываются от поезда и падают на Землю. За пределы земной атмосферы уходит лишь один вагон-ракета. Когда он приблизится к Луне на расстояние 40 000 километров, сила притяжения Луны превысит силу притяжения Земли, ракета будет двигаться к Луне с возрастающей скоростью. Эта скорость при посадке на поверхность Луны может вызвать катастрофу, если не производить торможения, на что также надо затрачивать энергию.



Мы уже указывали, что на Луне нет ни воды, ни воздуха. Следовательно, путешественнику надо позаботиться не только о топливе для ракеты и пище для себя, но запастись также должным количеством воды и воздуха. Надо заранее предусмотреть меры предохранения от резких температурных изменений на Луне: на освещенной части ее поверхности температура свыше ста градусов тепла, на теневой она ниже ста градусов холода. Таким образом, путешествие на Луну, несмотря на ее близость к Земле, совсем не такое простое предприятие, как это может показаться на первый взгляд. Но зато какую волнующую картину необычайной для нас природы нашел бы путешественник на поверхности Луны! На совершенно темном небе он увидел бы ослепительно блистающее Солнце и ярко горящие звезды; четко вырисовывается каждое созвездие; медленно восходит над горизонтом огромный голубоватый диск Земли; резко выделяются освещенные вершины и склоны гор; глубокие тени лежат в местах, которых еще не коснулись солнечные лучи. Лунный мир—мир полной тишины и молчания. Тщетно пытаться разговаривать, петь: звуков не слышно. Беззвучен удар молотка по застывшей поверхности лавы, неслышен выстрел из пистолета: так отражается на наблюдаемых явлениях необычное для нас отсутствие атмосферы на Луне.

Неслышными и легкими шагами, свободно и без напряжения поднимался бы наш путешественник на постепенно возвышающиеся валы цирков: сила тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле,—человеку пришлось бы поддерживать и перемещать лишь шестую часть веса тела. Кольцевые горы, цирки, застывшие лавовые озера, покрытые вулканическим пеплом—таков странный для нас, наиболее близкий к нам и наиболее, может быть, чуждый по физическим условиям лунный мир. Нет никаких оснований ожидать, что в этом мире может развиваться жизнь, подобная земной. Подавленный необычным ландшафтом и мертвенным безмолвием, наш путешественник поспешил бы покинуть Луну, чтобы снова оказаться на Земле, услышать пение птиц, журчание ручьев, увидеть бег облаков и ощутить дуновение ветра.

## СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ

Движение Луны вокруг Земли является причиной необычайных небесных явлений—солнечных и лунных затмений. Особенно сильное впечатление производили на людей эти



явления в то время, когда истинная причина затмений еще не была известна. По древне-китайским представлениям, сохранившимся у отсталой части населения Китая и до последнего времени, солнечное затмение происходит потому, что чудовище-дракон пытается проглотить Солнце. Испугать дракона можно шумом,—китайскому населению поэтому предписывалось во время затмений бить в барабаны, кастрюли и т. п., чтобы отогнать дракона от Солнца. У многих народов затмение рассматривалось как небесное знамение, предвещающее какое-либо несчастье. В русских летописях так описывается полное солнечное затмение 4 сентября 1187 г.: «Того же лета бысть знамение месяца сентября 15 день. Тьма бысть по всей земли, яко же дивится всем человеком, Солнце бо погибе, а небо погоре облакы огнезарными. Таковыя бо знамения не к добру бывают». Поражение дружины князя Игоря в его походе на половцев (1185 г.) также связывалось с бывшим перед походом солнечным затмением. По Ипатьевской летописи князь спросил своих бояр, показывая на затемненное серповидное Солнце: «видите ли, что есть знамение сие?» Бояре «поникли главами» и сказали: «Княже, се есть не на добро знамение се». Во время солнечного затмения в 1887 году в Турции население стреляло из ружей в злого духа, напавшего на Солнце. В 1880 году жители Ташкента во время лунного затмения невероятным шумом пытались отогнать шайтана от Луны.

В наше время люди не только не боятся затмений,—они с нетерпением ждут времени их наступления. Астрономы проделывают тысячекилометровые путешествия для того, чтобы оказаться в наиболее удобном для наблюдения пункте. Теперь уже никто из грамотных людей не считает затмений небесными знаменами. Люди узнали, что затмения—естественное явление, просто объясняемое движением и взаимным расположением Солнца, Луны и Земли.

Как происходят солнечные и лунные затмения, легко понять из рисунка 8.

Рассмотрим взаимное расположение Солнца, Луны и Земли в новолуние и в полнолуние.

В новолуние солнечные лучи, идущие к Земле, встречают на своем пути Луну. Тень от Луны падает на небольшой участок земной поверхности; в области тени днем Солнца не будет видно: живущие здесь люди будут наблюдать полное солнечное затмение. Так как Луна движется, то тень ее, а стало быть и область солнечного затмения перемещаются по поверхности Земли.



В полнолуние лучи, идущие от Солнца к Луне, задерживаются Землей. В мировом пространстве от Земли образуется тень, простирающаяся на 1 400 000 километров. Попадая в область этой тени, Луна не будет видна: произойдет лунное затмение.

Таким образом солнечные затмения происходят во время новолуний, лунные — во время полнолуний. Но ведь новолуния и полнолуния бывают ежемесячно. Почему же не наблюдается ежемесячного повторения солнечных и лунных затмений? Происходит это потому, что путь движения Луны вокруг Земли, обычно называемый орбитой Луны, не лежит в одной плоскости с орбитой Земли. Представим орбиты Луны и Земли проволочками, согнутыми в форме окружностей. Проволочную окружность, изображающую орбиту Земли, положим на рис. 8. Тогда плоскость чертежа и плоскость земной орбиты совпадут. Другую проволочную окружность, изображающую орбиту Луны, надо расположить под углом  $5^\circ$  к плоскости земной орбиты (а значит, и к плоскости чертежа). Половина орбиты Луны окажется выше плоскости, другая половина — ниже плоскости земной орбиты. Таким образом Луна во всех почти положениях будет находиться вне плоскости земной орбиты, и потому не будет мешать лучам Солнца в новолуние падать на Землю, в полнолуние же окажется вне земной тени. Орбита Луны пересекает плоскость чертежа (плоскость земной орбиты) в двух точках. Их называют узлами, а соединяющую их линию — линией узлов. Разрежем проволочную окружность, изображающую лунную орбиту, на две равные части: верхнюю, по отношению к чертежу, половину поместим под углом  $5^\circ$  к плоскости чертежа так, чтобы диаметр, по которому сделан разрез, совмещался с границей света и тени на кружке, изображающей Землю (рис. 8). Положение Луны на ее орбите для новолуния можно изобразить пробочным шариком; очевидно, Луна лежит вне плоскости земной орбиты, солнечного затмения не будет. Повернем проволочную полуокружность на  $90^\circ$  слева направо. Теперь против надписи «новолуние» оказался узел лунной орбиты — точка, которую Луна обязательно пройдет при своем движении около Земли. Если во время новолуния Луна окажется в этой точке, то она будет лежать на одной линии с Солнцем и Землей. Ясно, что при таком взаимном расположении светил солнечное затмение обязательно произойдет, произойдет оно и в том случае, если в новолуние Луна будет находиться лишь в достаточной близости от узла, — несколько ниже или несколько выше плоскости земной орбиты. Путем



подобного же рассуждения легко прийти к заключению, что и лунное затмение будет наблюдаться в том случае, когда в полнолуние Луна окажется в узле или вблизи узла.

Для выяснения обстоятельств лунного и солнечного затмений мы произвольно переместили линию узлов лунной орбиты на  $90^\circ$ . Постоянное медленное перемещение линии узлов и всей лунной орбиты происходит в действительности: Луна находится под сложным действием силы притяжения и Солнца, и Земли, почему положение ее орбиты все время меняется. Однако взаимное расположение Солнца, Луны и Земли восстанавливается через 18 лет  $11\frac{1}{3}$  суток. \*) Значит, если в какой-либо момент наблюдалось затмение, то можно ожидать повторения его через 18 лет  $11\frac{1}{3}$  суток. Благодаря длительным наблюдениям и тщательным записям времени таких исключительных явлений, как затмения, повторяемость их через 18 с лишним лет была известна еще в глубокой древности. Известно было также, что в 18 лет  $11\frac{1}{3}$  суток (этот период называется саросом) происходит 70 затмений, — 41 солнечное и 29 лунных. Ряд причин несколько изменяет взаимное расположение Солнца, Луны и Земли через 18 лет  $11\frac{1}{3}$  суток. Поэтому повторное затмение обычно протекает иначе по сравнению с предшествующим. Там, где было полное затмение, наблюдается частное затмение; в некоторых пунктах затмение вообще может не повторяться: если предшествующее затмение было вечером, то последующее придется на ночное время. Область затмений, таким образом, перемещается по земной поверхности от сароса к саросу.

В настоящее время наука имеет такие точные знания относительно движения Луны и Земли, что заранее, за многие годы, может указать для каждого пункта Земли время и продолжительность затмения, будет ли оно полным или частным, какая часть солнечного диска будет закрыта Луною. Сведения о ближайших солнечных затмениях, видимых в СССР, приводятся в конце книжки (таблица 1).

## СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ 9-го ИЮЛЯ 1945 г.

Полное солнечное затмение — явление достаточно редкое. Огромные пространства Советского Союза дают нам возможность быть свидетелями этого замечательного явления чаще, чем жителям других стран. Ближайшее полное солнеч-

\*) 18 лет  $10\frac{1}{3}$  суток, если 18 лет содержали 5 високосных годов.



ное затмение, видимое в пределах нашего Союза, произойдет 9-го июля текущего 1945 года. Лунная тень пересечет города Сердоболь, Лодейное Поле, Бабаево, Весьегонск, Рыбинск, Ярославль, Иваново, Павлово, Ардатов, Чапаевск, Эмбу, Берчогур, Челкар, Аральск, Джусалы, Кзыл-Орду, Тюлькубас. В указанных пунктах будет видимо полное солнечное затмение. Вблизи зоны полного затмения и, в частности, в Молотове будет наблюдаться частное солнечное затмение.

Почему в одних пунктах земной поверхности наблюдается полное, а в других — частное затмение, можно уяснить из рис. 10.



Рис. 10. Полное затмение в т. А, частное затмение в т. В.

Наблюдатель, находящийся в т. А на поверхности Земли в области лунной тени, совсем не видит Солнца: для него происходит полное затмение.

Точка В лежит вне области лунной тени. Однако в эту точку не попадут лучи, идущие ниже линии  $SD$ : они будут задержаны Луной. Поэтому наблюдатель увидит лишь участок Солнца  $CD$ : для него затмение будет частным.

Почему же так тщательно готовятся астрономы к наблюдению полных солнечных затмений? Что заставляет их пересекать моря и океаны, чтобы попасть в наиболее удобный для наблюдения пункт?

Прежде всего, во время полного затмения удобно наблюдать солнечную корону, а следовательно, возможно сделать заключение о ее составе и происходящих в ней изменениях. Далее, особый интерес представляет изучение направления лучей, идущих от звезд вблизи Солнца. Согласно учению Эйнштейна, лучи должны несколько искривляться в поле тяготения Солнца. Таким образом, взаимное расположение звезд, наблюдаемых около Солнца во время затмения, должно отличаться от их взаимного расположения при обычных условиях ночного наблюдения. \*)

\*) Во время предстоящего полного солнечного затмения 9 июля Солнце будет наблюдаться в созвездии Близнецов. Наблюдатель увидит яркие звезды Кастор и Поллукс, Капеллу, Бетельгейзе, а также планету Сатурн.



Очень важно установить, как солнечное затмение влияет на распространение радиоволн: так как Луна задерживает не только лучи, но и поток идущих от Солнца заряженных электричеством частиц, то должно происходить изменение обычного электрического состояния атмосферы, и, следовательно, изменение условий радиосвязи.

Полное солнечное затмение производит на человека неизгладимое впечатление. Короленко в рассказе «На затмении» дает правдивое и образное описание полного солнечного затмения 19 августа 1887 года:

«Красное, темное враждебное тело точно паук впилося в яркое Солнце, и они несутся вместе в заоблачной вышине. Какое-то сияние, льющееся изменчивыми переливами из-за темного щита, придает зрелищу движение и жизнь, а облака еще усиливают эту иллюзию своим тревожным бесшумным бегом.

— Владычице святая, Господи батюшка, помилуй нас грешных!— и какая-то старушка набегаёт на меня, торопливо спускаясь с холма.

— Куда ты, тетка?

— Домой, родимый, домой; помирать, видно, всем помирать с детками с малыыми».

Автор этой книжки во время полного солнечного затмения 19 июня 1936 года был в Кустанае. Там находилась одна из экспедиций Академии Наук СССР, французская и американская экспедиции. Условия для инструментального наблюдения затмения были неблагоприятны — накануне с вечера небо затянуло облаками. Однако и в неблагоприятных условиях полное солнечное затмение действует на человека волнующе. Привожу сделанные мною блокнотные наброски.

«Утро было не только пасмурно. Пелена облаков плотно окутывала небо, когда в 4, затем в 6 часов мы выходили из комнаты и без надежды смотрели на небо. Около 7 часов начал моросить дождь. Настроение падает. Французы надвинули кабинку на инструмент. Американцы репетируют. Около них много народу, однако, отсутствие Солнца расхолаживает. Идущие мимо пожилые горожане удовлетворенно и иронически говорят: «ничего не будет». Мальчишки смотрят на однотонное серое небо, где совсем не заметно Солнца, через закопченные стекла. В 8 часов 50 минут без всякой надежды выходим на улицу, и вдруг видим бледный диск Солнца, проглянувшего через пелену облаков, уже значительно ущербленный. Быстро возвращаемся за биноклями и спешно идем



на окраину города, с замиранием сердца наблюдая за серповидным диском Солнца, то появляющимся, то совсем скрывающимся за разорванными облаками. Чувствуется потемнение. Проносится стайка диких уток. Семья домашних уток идет от реки к дому. На углах улиц стоят группы горожан и вполголоса делятся впечатлениями. В некоторых домах горит электричество. Ускоряем шаг. Вот мы на окраине города. От Солнца остался совсем узкий серп, но еще светло. Только на западе небо стало темно-свинцовым. Солнце—за пеленой облаков. Внезапно с запада набегают жуткая мрачная тень. В городе ярко загорелись огни. Стало необычайно тихо, все в подавленном молчании. Около проглянувшего Солнца—только слабое сияние короны. На востоке заря, темное небо на западе. Тревожно. Хочется впитать в себя жуткое очарование этих двух минут,—одновременно видеть слабо очерченный круг Солнца, затихший город, необычную зарю на горизонте. Но как быстро пролетают две минуты! На западе внезапно светлеет, тень уходит на восток, и вот опять свет, опять серп Солнца пробивается среди облаков».

Как уже было указано выше, в Молотове затмение будет частным, но значительным по фазе: 0,9 солнечного диска будет закрыто Луною. Начало затмения (в Молотове) в 16 часов 22 минуты вечера, конец—в 18 часов 19 минут по московскому времени. Во время затмения следует прежде всего провести наблюдения метеорологического характера. Мы знаем, что Солнце основной источник света и тепла. Поэтому закрытие 90% солнечного диска не может не отразиться на метеорологических условиях. Надо наблюдать изменение температуры и влажности воздуха, состояние облачности, направление и силу ветра. Начинать наблюдения следует за два часа до затмения и заканчивать их через два часа после его окончания. Запись показаний приборов до начала и после окончания затмения надо делать через каждые 15 минут, во время затмения—через каждые 5 минут. При наличии зрительной трубы следует сопоставить яркость солнечных пятен, если они окажутся на поверхности Солнца, с затемненной частью солнечного диска. (Надо при этом твердо помнить, что на Солнце допустимо смотреть только через густо закопченное стекло; тем более такое стекло надо помещать перед окуляром бинокля или зрительной трубы. Можно использовать достаточно темный негатив).

По мере уменьшения видимой части солнечного диска



уменьшается освещенность земных предметов. Интересно проследить за изменением яркости освещения, многократно фотографируя через определенные промежутки времени с одной и той же выдержкой какой-либо рассеивающий солнечный свет предмет, например, лист белой бумаги. \*) Следует обратить внимание на изменение формы светлых пятен, которые получаются на поверхности Земли при прохождении солнечных лучей через густой лиственный покров: во время затмения они имеют серповидный характер. Можно рекомендовать также наблюдения над поведением животных, особенно, во время наибольшей фазы: уменьшение света и тепла не может не отразиться на их самочувствии, а следовательно, и поведении. Ночные животные должны вести себя более деятельно, дневные же — собираться на ночлег. Подобного рода наблюдения были проведены в 1936 году активом Молотовской астрономической площадки над животными зоосада.

Значительно меньший интерес представляют лунные затмения. Лунное затмение наблюдается со всех пунктов Земли, для которых Луна, вступившая в область земной тени, находится над горизонтом. Затмение бывает полным, если Луна входит в земную тень; оно — частное, если Луна проходит лишь через край тени. Казалось бы, что Луну, полностью находящуюся в земной тени, не должно быть видно; однако она всегда бывает освещена слабым красновато-медным светом преломленных земной атмосферой солнечных лучей.

Лунные затмения, если сопоставить их действительное начало и конец с вычисленными, могут дать материалы для уточнения наших знаний о характере движения Луны.

Сведения о ближайших полных лунных затмениях приводятся в конце книжки (таблица № 1).

Делом чести городских и сельских культурных работников является распространение среди широких масс населения сведений о небесных светилах, их движении, солнечных и лунных затмениях и, в частности, о предстоящем солнечном затмении 9-го июля. Общими усилиями мы должны добиться того, чтобы ни один из граждан СССР, увидев на небе «Солнце как месяц», не поник бы главою и не сказал бы, подобно боярам князя Игоря: «не к добру знамение сие».

---

\*) Очень просто при помощи оригинальной установки было проведено исследование освещенности во время затмения 1936 года заведующим кафедрой физики Ижевского мединститута доцентом Ежовым Н. Н. (3-й том Ученых записок Института за 1939 г.).



## БОЛЬШИЕ ПЛАНЕТЫ. АСТЕРОИДЫ

Описание планет солнечной системы мы закончим кратким обзором больших планет и астероидов.

Большими (по сравнению с Землей) планетами называют планеты Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Данные об их величине, массе, плотности, времени обращения вокруг Солнца и др. приводятся в таблице. Из табличных данных можно видеть, что эти планеты имеют много сходного, например, в отношении плотности, времени вращения около оси, атмосферы, альbedo.

Остановимся несколько подробнее на характеристике наибольших по величине планет—Сатурна и Юпитера. Обе планеты имеют быстрое вращение около своих осей: на Юпитере сутки продолжаются всего 10 часов, на Сатурне—несколько больше. Благодаря быстрому вращению планеты сильно сплющены. У обеих планет большое число спутников,—у Юпитера 11, у Сатурна 9; и вращающееся в экваториальной плоскости кольцо. Последнее состоит из настолько малых и так близко взаимно расположенных твердых тел, что они по отдельности не усматриваются. В атмосфере Юпитера и Сатурна наблюдаются пятна и полосы, изменяющие свою форму. Так, на Юпитере с 1878 года замечено огромное красное пятно, которое многие астрономы считают лавовым озером, точнее, морем,—Земля могла бы три раза уместиться в нем. В августе 1933 г. было обнаружено огромное белое пятно на Сатурне. Учитывая небольшую плотность планет и происходящие на них изменения, мы должны считать Юпитер и Сатурн далеко не остывшими мировыми телами. С этим предположением, однако, плохо согласуется низкая температура, обнаруженная на планетах. Возможно, что эта температура относится только к высоким слоям атмосферы. Необходимо дальнейшее изучение планет, что не является легким делом,—Юпитер отстоит от Земли в среднем на 700 с лишним миллионов километров, Сатурн—свыше 1000 миллионов километров. Было бы неправильным считать, что в огромном пространстве солнечной системы нет больше никаких тел, кроме уже описанных планет с их спутниками. В состав солнечной системы входит еще большое количество небесных тел—лилипутов. Это—так называемые астероиды—малые планеты, диаметры которых лежат в пределах от сотен до одного километра и меньше. Рой астероидов движется около Солнца между Марсом и Юпитером. К концу 1939 года было вычислено около 1600 орбит



(путей) отдельных астероидов. Некоторые из астероидов подходят к Земле на расстояние 10—15 миллионов километров. Форма астероидов может быть и не сферической. Атмосферы на астероидах нет.

Подведем итоги, изложенному о солнечной системе.

Для времени Коперника солнечная система—это Солнце с обращающимися около него планетами Меркурием и Венерой, Землей и Луной, Марсом, Юпитером и Сатурном. Других каких-либо тел в солнечной системе Коперника нет. Для нашего времени число планет возросло до 9—открыты планеты Уран, Нептун, Плутон; обнаружены спутники планет и целый ряд астероидов, вращающихся около Солнца. В солнечной системе имеются и совсем малые темные твердые тела, движения которых при обычных условиях мы не можем обнаружить; однако они громко заявляют о своем существовании, появляясь в виде комет и метеоритов.

## КОМЕТЫ, МЕТЕОРИТЫ, ПАДАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ

Наблюдая за небесными светилами, человек имел бы основание сказать: какой стройный, удивительный порядок царит в мире небесных светил! Звезды, Луна и Солнце в положенное время восходят над горизонтом и из века в век одной и той же чередой совершают свой медленный закономерный путь по небесному своду.

Тем более поразительным, тревожным нарушением закономерного течения светил должно было казаться человеку внезапное появление на небесном своде огромной «волосатой звезды»—кометы \*), затмевающей своим светом даже яркие звезды.

Откуда появилась необычная звезда? Почему она так быстро и как будто совершенно произвольно перемещается между обычными звездами? Куда лежит ее путь? Что предвещает ее появление? Последний вопрос всегда задавали люди, склонные еще со времени обожествления небесных светил искать в небесных явлениях ответы на злободневные вопросы земной жизни.

Комете 942 года был приписан мор скота и животных.

Комета 1811 года по мнению многих современников предвещала войну с Наполеоном. В 1783 году в связи с приближением к Земле кометы Биэлы в Париже были случаи разных нервных заболеваний и даже смерти от

\*) По-гречески ком-эта—волосатая звезда.



страха, а «недостойные представители духовенства, предлагая за хорошие деньги полное отпущение грехов, прекрасно обдeldывали свои дела» (Вольф. «История астрономии»; цитируется по Мейеру: «Мироздание»). Что же представляют собою эти необычные по своему виду, изменчивые по форме небесные светила?

Наблюдая комету невооруженным глазом или рассматривая ее фотоснимок, можно различить наиболее яркую часть ее—ядро, окруженное туманной оболочкой. Это—голова кометы. От головы кометы часто на многие десятки и даже сотни миллионов километров простирается постепенно ослабевающее свечение—так называемый хвост кометы.

Изучение света кометы дает основание считать, что ядро состоит из группы (роя) каменных и железных глыб сравнительно небольших размеров. Пока комета находится вдали от Солнца, она невидима. По мере приближения кометы к Солнцу у нее развивается все больших и больших размеров хвост, и она становится видимой. При удалении от Солнца хвост кометы уменьшается, затем исчезает вовсе, и комета опять становится невидимой. Какую же роль играет Солнце в образовании кометного хвоста? Мы уже знаем, что Солнце, благодаря огромной массе, притягивает все планеты и все тела солнечной системы. Однако Солнце одновременно и отталкивает все тела давлением потока световых лучей. Давление это очень небольшое,—на поверхности Земли меньше половины грамма на освещенный квадратный метр. Какое действие Солнца окажется большим,—притягивающее, или отталкивающее,—зависит от массы тела и его поверхности. Если масса тела ничтожна, а поверхность достаточна, сила отталкивания превзойдет силу притяжения и движение тела будет направлено не к Солнцу, а от Солнца.

Теперь легко понять образование кометных хвостов. При приближении к Солнцу из ядра кометы происходит истечение легчайших газов. Последние под действием солнечного притяжения устремляются к Солнцу, но затем вследствие отталкивания потоком его лучей огибают в виде туманных дуг ядро кометы и образуют ее хвост. Чем ближе комета к Солнцу, тем большие массы выбрасываются из ядра, тем более значительных размеров образуется хвост. На частицы, образующие прямолнейные хвосты комет, кроме силы светового давления, действуют и другие отталкивающие силы, по видимому, электрического происхождения. Изложенная теория образования



кометных хвостов очень хорошо объясняет, почему хвост кометы всегда обращен в противоположную от Солнца сторону.

Таким образом, Солнце создает пугающие людей кометные хвосты. Оно притягивает из глубины мирового пространства кометные каменные и железные ядра, нагревает



Рис. 11. Развитие хвоста кометы по мере приближения ее к Солнцу.

и испаряет содержащиеся в них вещества, своим лучевым давлением оно отталкивает частицы газа. Солнце вызывает и самое свечение комет, которое состоит частью из отраженного солнечного света, частью из выделенной в виде света энергии ультрафиолетовых солнечных лучей, поглощенных веществом кометы.

Движение комет происходит или по очень вытянутым окружностям (эллипсам), или же по параболам, — незамкнутым кривым. Кометы, движущиеся по эллипсам, являются



постоянными членами солнечной системы: через определенные промежутки времени они возвращаются к Солнцу и опять становятся видимыми; поэтому их называют периодическими. Очень большой периодической яркой кометой является комета Галлея. Галлей, современник Ньютона, наблюдавший в 1682 году эту комету, предположил, что она — периодическая, уже наблюдавшаяся в 1531 и 1607 годах. Стало быть период кометы равен приблизительно 75 годам, и она снова должна быть видима в 1758 году. В действительности комета возвратилась в 1759 году; затем она была видна в 1835 и 1910 годах. Последнее появление кометы Галлея было особенно интересно потому, что 19 мая комета, проходя между Солнцем и Землей, была от последней всего на расстоянии 24 миллионов километров. Можно полагать, что в эти дни Земля пересекла хвост кометы. Отголосками ожидания астрономами этого момента и были те обывательские страхи, о которых сообщалось тогда в периодической печати.

Изучение спектра показало, что в состав комет входят углеводороды, циан, натрий, никель, железо, а также твердые частицы космической пыли.

Ядро кометы, состоящее из роя небольших твердых тел, проходя вблизи Солнца, претерпевает большие изменения. Неодинаковое притяжение Солнцем разных по массе тел ядра может заставить комету разделиться на части, что и наблюдалось неоднократно. Особенно интересна в этом отношении судьба периодической кометы Биэлы. В 1846 году она разделилась на две части, расстояние между которыми постепенно увеличивалось. В 1852 году обе кометы были вновь наблюдаемы; затем они исчезли, напомнивши о себе лишь в 1872 году. В этом году 27 ноября Земля пересекала орбиту (путь) кометы Биэлы, и восхищенные наблюдатели могли видеть чудесный небесный фейерверк — тысячи «падающих звезд».

Каждый наблюдал неоднократно «падающие звезды». При этом получается впечатление, будто звезда срывается с небесного свода и падает на Землю, — еще один из многочисленных обманов зрения: звезды — огромные светила, подобные нашему Солнцу, не могут «упасть» на Землю. — даже сближение солнечной системы с какой-либо звездой грозило бы нам катастрофой. Падающие звезды — это небольшие по своим размерам и массе невидимые каменные или железные частички, которые в разных направлениях движутся в мировом пространстве со скоростями до 200 километров в секунду. Приблизившись к Земле,



эти частички врываются в ее атмосферу и, двигаясь в ней с большой скоростью, нагреваются до высокой температуры. На высоте до 80 километров от земной поверхности они обычно полностью сгорают, оставляя за собою быстро гаснущий светящийся след. Если с Землей встречается твердое тело значительных размеров, то оно не успевает сгореть в земной атмосфере и достигает поверхности Земли в виде метеорита. Иногда наблюдается медленное движение раскаленного метеорита в виде красноватого светящегося шара с длинным хвостом из рассыпающихся искр («болид»). Возвратимся к комете Биелы. Загадка ее исчезновения была разъяснена дождем падающих звезд, наблюдавшимся 27 ноября 1872 г. Ядро кометы, распадаясь, постепенно обратилось в распределенные по всей орбите небольшие невидимые группы маленьких телесц. Часть их и выпала на Землю в форме огненного дождя, то-есть большого числа падающих звезд.

Подобно комете Биелы, надо полагать, происходит распад и других комет. Доказательством этого служат потоки метеоритов и падающих звезд, выпадающих на Землю при встрече ее с орбитами других комет. Так, 9 октября 1933 года огненный дождь наблюдался из кометы Джакобини.

Каково происхождение комет? Являются ли они истари членами солнечной системы, или же пришли в нее из глубин бесконечного пространства? Этот вопрос нельзя считать окончательно разрешенным. Существует предположение, что кометы, имеющие небольшой период обращения, произошли при вулканических извержениях на больших планетах—Юпитере и Сатурне. Выброшенные с большой скоростью на огромную высоту каменные и может быть железные массы не упали обратно на планету, а стали двигаться в пространстве под действием солнечного притяжения. Другое предположение состоит в том, что кометы были захвачены Солнцем при прохождении всей солнечной системы через область мирового пространства, заполненную твердыми и газообразными частицами веществ.

Кометы, движущиеся по параболам, считались до последнего времени не относящимися к солнечной системе; двигаясь в мировом пространстве, они под действием Солнца изменяют свой путь, появляются в солнечной системе на короткое время, чтобы никогда уже не возвращаться вновь. В настоящее время многие астрономы считают, что действительные пути этих комет—тоже эллипсы, но настолько вытянутые, что один оборот кометы около Солнца занимает несколько тысяч лет.



Выше было указано, что конечная стадия развития кометы сводится к разрушению кометного ядра и образованию метеоритов. Исследование состава метеоритов имеет существенное значение для установления единства вещества во Вселенной. Мы по спектру Солнца знаем, что состав его ничем не отличается от состава Земли. То же оказалось и в отношении состава метеоритов. Обычно их делят на железные и каменные. В состав метеоритов входят кремнезем, известь, глинозем, никель, железо, алюминий, углерод, магний, кислород, фосфор, сера, кремний, причем в таких соединениях, которые не встречаются на Земле. Поэтому метеоритное происхождение куска камня или железа может быть надежно установлено путем химико-минералогического исследования.

В пределах нашего Союза у реки Подкаменной Тунгуски в 1908 году упал огромный метеорит. Мощной воздушной волной, вызванной быстрым движением в атмосфере значительного по массе тела, повалило таежный лес на протяжении 400 километров. Полет метеорита, рассекавшего воздух, вызвал сотрясение последнего: явление сопровождалось громовыми раскатами. Метеорит так сильно нагрелся, что зажег в месте падения тайгу, которая и горела в продолжение двух лет. Свидетели этого явления — тунгусы — были очень напуганы; они решили, что «бог грома рассердился на своего сына и сверг его на Землю», и на сотни километров откочевали от места падения метеорита. Через 20 лет, в 1928 году, проф. Л. А. Кулик с огромными трудностями достиг места падения метеорита, обнаружил большой, уже заросший деревьями, кратер; метеорит же глубоко ушел в болотистую почву. Повидимому, это один из самых больших современных метеоритов. В 1887 году 30 августа упал метеорит около селения Таборы, Молотовской области. Падение происходило днем, при безоблачном небе, сопровождалось громовыми раскатами. Метеорит выпал в виде отдельных небольших камней общим весом до 240 килограммов. Отдельные куски таборского метеорита хранятся в Молотовском краеведческом музее.

Так как метеориты — результат распада комет \*), то мы можем сказать, что при падении метеоритов на Землю происходит столкновение Земли с некоторой частью кометы. Было ли бы губительным для Земли столкновение с целым кометным ядром? Для Земли, как небесного тела,

\*) По мнению английского астронома Чемберлена, метеориты представляют изверженные из звезд массы или же они — остатки разрушенных планет.



это столкновение не представляло бы опасности вследствие малой массы комет. Так, по определению профессора Орлова, масса кометы Галлея в 1910 году была равна нескольким миллиардным долям массы Земли. Для обитателей же Земли такого рода прямое столкновение могло бы сопровождаться тяжелыми последствиями.

Приводим сведения о некоторых метеоритах. Самый большой из найденных в СССР метеоритов (железный) — 650 килограммов, хранится в Музее Академии Наук. Метеорит Гоба (Южная Африка) имеет вес 90 тонн. Тунгусский метеорит имел массу несколько тысяч (до 10 000) тонн. Метеорит Кэп Иорк (Гренландский) — 33,5 т. Метеориты, падающие на территории СССР, являются собственностью государства; они передаются в научные учреждения.

Нашедший метеорит получает за него значительную премию.

### ЗВЕЗДЫ

«Лицо свое скрывает день.  
Поля покрыла мрачна ночь.  
Взошла на горы черна тень.  
Лучи от нас сокрылись прочь.  
Открылась бездна, звезд полна,  
Звездам числа нет, бездне — дна».

М. В. Ломоносов.

Темное бездонное небо. Бесчисленное множество мерцающих звезд, то ярких, то едва заметных, таинственная полоса Млечного пути — как знакома эта неизменная панорама ночного неба каждому человеку!

Наблюдая в течение ночи за отдельными созвездиями, легко заметить, что звезды перемещаются по кругам около одной (почти) неподвижной звезды, так называемой Полярной. Движение это кажущееся, в действительности вращается Земля около оси, и против наблюдателя, перемещающегося вместе с Землей, последовательно оказываются разные созвездия. Суточное движение звезд было известно египетским и вавилонским жрецам еще за пять тысяч лет до нашего времени. Полярной звездой руководились финикийцы в плавании по Средиземному морю; по звездам направлял свой путь житель пустыни. Греческие астрономы еще за две тысячи лет до нашего времени пытались установить число звезд и их взаимное расположение. Тогда же возникла необходимость разделить звезды на классы по их яркости. Но все это — лишь первые шаги в изучении звездного неба. Современные знания о звездах связаны с использованием описанных выше инструментов, — телескопа и спектроскопа, а также фотометра. Фотометр —



прибор для сравнения яркости двух источников света;— например, яркости двух звезд.

При помощи фотометра астрономы смогли более обоснованно распределить звезды по их яркости на звезды первой, второй и т. д. величины. При этом условились считать, что яркость звезды предшествующей величины больше яркости звезды последующей величины в 2,5 раза; например, звезда первой величины в 2,5 ярче звезды второй величины, звезда второй величины в 2,5 ярче звезды третьей величины и т. д.

Глаз человека способен различать звезды до 5—6 величины, в зависимости от остроты зрения, в обоих полушариях он мог бы увидеть всего пять—шесть тысяч звезд. Таким образом впечатление бесчисленного множества звезд на небесном своде—еще один обман нашего зрения.

Укажем, как найти на небесном своде наиболее яркие и интересные звезды. За исходное созвездие возьмем созвездие Большой Медведицы, напоминающее ковш с ручкой. Соединяя две крайних звезды ковша прямой и продолжая ее вверх почти на пятикратное расстояние, найдем Полярную. По Полярной можно определить широту места наблюдения: широта равна высоте Полярной над горизонтом. Проведя вниз линию, соединяющую звезды ручки ковша Большой Медведицы, найдем яркую красную звезду Арктур (из созвездия Волопаса). Летом в Млечном пути—там, где он разделяется на две ветви,—легко найти крестообразно раскинувшееся созвездие Лебедя с яркой звездой Денеб. Недалеко от Денеба находятся Вега (из созвездия Лиры) и Альтаир (из созвездия Орла): эти яркие звезды лежат в вершинах почти равнобедренного треугольника, основанием которого является линия Вега—Денеб.

В зимнее время легко найти созвездие Плеяд, напоминающее своей формой Большую Медведицу; это—плечо Тельца. Недалеко от Плеяд—крово-красный глаз Тельца—Альдебаран. Несколько ниже и восточнее Альдебарана—красная звезда Бетельгейзе, из созвездия Ориона. Три звезды этого созвездия—пояс Ориона—расположены наклонно к горизонту. Соединяющая их линия, продленная вниз, встречает самую яркую звезду северного неба—Сириус—из созвездия Большого Пса:—это глаз Большого Пса.

Имея карту звездного неба и предварительно установивши на ней взаимное расположение известного и искомого созвездий, легко найти последнее на небесной сфере.

Мы уже знаем, что звезды—самосветящиеся тела не меньшей, чем Солнце, величины; светлыми точками они







кажутся нам вследствие огромного расстояния от Земли. Самая близкая звезда (альфа Центавра) отстоит от Земли на расстоянии 40,6 триллионов километров: Если расстояние от Солнца до Земли, равное 150 миллионам километрам, изобразить сантиметром, то расстояние от Земли до Центавра было бы равно 2 км 800 м. Чтобы избежать больших чисел, расстояние до звезд обычно считают не в километрах, а в световых годах. Световой год—расстояние, которое свет проходит в течение года, распространяясь со скоростью 300 000 км в секунду. Приводим расстояния до некоторых звезд (в световых годах): до Сириуса—8,6, Альтаира—16,2, Веги—26,3, Арктика—40,8, Альдебарана—59,2, Бетельгейзе—272, Денеба—свыше 400.

Вследствие большого расстояния звезды и при наблюдении в телескоп также представляются светлыми точками.

Однако при помощи остроумных приемов удалось измерить диаметры особенно больших звезд. Оказалось, что диаметр Антареса в 480, Бетельгейзе в 300, Арктика в 20 раз больше диаметра Солнца. Легко рассчитать, что объемы этих звезд в десятки тысяч и миллионы раз больше объема Солнца; между тем, масса их лишь в десятки раз больше массы Солнца. Так, например, Антарес, по объему больший Солнца в 110 миллионов, по массе превышает его лишь в 70 раз; следовательно, плотность таких гигантских звезд очень небольшая—в миллион раз меньшая плотности воды. В противоположность этому встречаются звезды, объем которых немногим больше объема Земли, масса же равна массе Солнца. Плотность таких звезд очень велика. Так, звезда-спутник Сириуса обладает плотностью в 40 000—50 000 раз большей плотности воды. Кубический сантиметр вещества этой звезды весил бы на Земле 50 кг! Еще большую плотность—в 400 000 раз превышающую плотность воды—имеет звезда ван-Маанена. Физическое состояние звезд в значительной степени зависит от температуры. Уже простым глазом можно заметить различную цветовую окраску звезд. Так, Сириус светит белым, Капелла—желтоватым, Бетельгейзе и Альдебаран—красным светом. Стало быть, температура этих звезд неодинакова. Различными способами установлено, что температура большинства звезд лежит в пределах от 3000° до 25 000°; следовательно, звезды газообразны, и их физическое состояние напоминает рассмотренное ранее состояние Солнца.

Все звезды находятся в движении. Однако вследствие большого расстояния до звезд взаимное расположение их на небесном своде кажется нам неизменным. Нужны



десятки тысяч лет, чтобы обнаружить движение звезд на основании изменения формы созвездий. Применяя телескоп и спектроскоп, мы можем установить скорость и направленные движения звезд, не ожидая, когда пройдут тысячелетия.

Скорости звезд оказались лежащими в пределах нескольких десятков километров. Некоторые звезды с сравнительно небольшой массой имеют скорость в сотни километров в секунду. Приводим величины скорости движения наиболее ярких звезд.

Приближаются к солнечной системе: Сириус—со скоростью 8 км в секунду, Вега—14 км, Арктур—5 км, Процион—4 км, Альтаир—38 км в секунду.

Удаляются от солнечной системы: Капелла—со скоростью 30 км, Ригель—21 км, Альдебаран—55 км в секунду.

Солнце,—подобно другим звездам, тоже находится в движении со всеми телами солнечной системы. Оно перемещается со скоростью 20 км в секунду в направлении к звезде Вега из созвездия Лиры. Поэтому действительные пути планет солнечной системы в пространстве представляют спиралеобразные кривые.<sup>9)</sup> Мы можем сказать, что в мировом пространстве несетя увлекаемый Солнцем рой планет и комет; за сутки этот рой пролетает свыше полтора миллиона километров!

Человек может знать число звезд определенной величины на небесном своде, их взаимное расположение, размеры, массу и скорость движения в пространстве. Однако он не будет удовлетворен только этими знаниями до тех пор, пока на основе их не сумеет составить представление о пути развития звезд, об их прошлом и будущем.

Вопрос о том, какие стадии развития проходит звезда, в некоторой мере освещается теорией Расселя. Согласно этой теории звезда в начале своего существования представляет гигантский, в миллионы раз больший Солнца, газообразный шар очень малой плотности. Температура такой звезды около 3000°, цвет ее красный. В течение многих сотен миллионов лет звезда постепенно сжимается, при этом температура повышается до 15 000°; а цвет звезды последовательно изменяется от красного к желтому, белому и ярко-белому. Но по мере повышения температуры увеличивается и количество испускаемой звездой лучистой энергии, причем это увеличение идет таким образом: если температура увеличивается в два и три раза, то лучиспускание соответственно увеличивается в 16 и 27 раз. Поэтому наступает момент, когда приток энергии в виде теплоты сжатия уже не в состоянии возместить за-



трату энергии звезды на лучеиспускание: звезда продолжает сжиматься, но уже не нагревается, а охлаждается, проходя обратное изменение цвета от ярко-белого к белому, желтому, и, наконец, красному цвету.

Дальнейшая судьба звезды—обращение в темное тело. Таким образом, звезда может быть красной, или желтой, или белой два раза в течение своего развития: когда ее температура повышалась (восходящая ветвь развития звезды), и когда ее температура после прохождения наивысшего значения стала понижаться (нисходящая ветвь развития звезды). Как же решить относительно определенной красной звезды, например, Бетельгейзе, начинается ли только она свой путь постепенного сжатия и повышения температуры, или же она уже заканчивает его, как звезда, и следующая стадия ее развития—обращение в темное тело? Вопрос этот решается в зависимости от величины звезды. Бетельгейзе, звезда-гигант, имеет ничтожную плотность, она находится на восходящей ветви развития; Солнце—желтая звезда; объем Солнца небольшой, плотность значительная, следовательно оно давно уже прошло момент наивысшей температуры и яркости, и следующее ее состояние—красной звезды, а затем темного тела. Теория Ресселя имеет большое значение для приведения в стройную систему наших знаний о звездах. Согласно этой теории, на небесном своде мы видим звезды разных возрастов: одни лишь начинают свою звездную жизнь (например, Бетельгейзе), другие находятся в полном расцвете (ярко-белые звезды Ориона), третьи вступили в преклонный возраст (Солнце). Смотри на разные по возрасту звезды, мы в краткий промежуток времени как бы наблюдаем сотни миллионов лет типового развития звезды. Так, обитатель другой планеты, явившись на Землю, не обязательно должен был бы жить здесь 60—70 лет, чтобы понять, как протекает жизнь человека: ему достаточно было бы увидеть младенцев, детей, юношей, людей зрелого, пожилого и старческого возраста, чтобы составить себе представление о постепенных стадиях развития человеческого организма. Теория Ресселя не лишена недостатков. Прежде всего, намеченный им путь развития звезд не дает возможности объяснить, как образовались небольшие по размерам, очень плотные звезды высокой температуры, так называемые белые карлики, например, спутник Сириуса. Кроме того, эта строго эволюционная теория не отображает обычной для всякого развития скачкообразности, перехода количества в качество. Надо ожидать,



что при дальнейшем изучении звезд теория Ресселя будет видоизменена так, что в ней найдется место и белым карликам, и так называемым «новыми» звездам.

Какие звезды называются «новыми»? В 1901 году вспыхнула яркая звезда в созвездии Персея, в 1918 году подобное явление наблюдалось в созвездии Орла, и в конце 1934 года в созвездии Геркулеса. Мы уже знаем, что звезды—огромные по размерам и массе светила: они не могут внезапно появляться из ничего. Поэтому естественно возник вопрос, не существовали ли новые и до их возгорания в виде слабо светящихся звезд. Исследование фотоснимков звездного неба показало, что во всех случаях на месте новых звезд находились очень слабые звезды 10-й и 11-й величины. Таким образом, новая звезда—это вновь вспыхнувшая звезда, в короткий срок увеличивающая яркость в тысячи раз. Так, новая в созвездии Орла за три дня с 5 по 8 июня 1918 года стала ярче в 60 000 раз.

Через некоторое время, разное для различных звезд, но вообще небольшое, новые звезды возвращаются к прежнему состоянию яркости. Очевидно, в появлении новой звезды мы наблюдаем не творческий акт, а катастрофу, внезапный скачок в развитии звезды. Быстрое возрастание яркости звезды, по видимому, происходит следующим образом. Газообразные массы поверхностного слоя звезды находятся под действием силы тяжести и, одновременно, под действием отталкивающей силы давления световых лучей. Между этими силами устанавливается длительное равновесие. Вследствие пока неизвестных нам причин равновесие нарушается своеобразным «взрывом» звезды, после чего резко меняется ее строение: объем сильно изменяется, температура повышается, звезда обращается в звезду—белый карлик. От звезды при этом наблюдается отделение газообразной туманной оболочки, с большой скоростью удаляющейся в пространство. Для новой Геркулеса (1934 год) катастрофа закончилась разделением звезды на две части.

Еще в недавнее время возгорание новых звезд считалось исключительным явлением. В настоящее время благодаря применению фотографии в области исследования звездного мира стало известно, что новые звезды появляются часто и, следовательно, скачок в развитии звезд является естественным его элементом, пока не находящим окончательного объяснения. Новые звезды мы могли бы назвать переменными, с резким изменением яркости. Существуют переменные звезды, изменяющие свою яркость



более мягко и закономерно. Причины периодического изменения видимой яркости звезд различны. Есть звезды, вокруг которых обращаются спутники. Спутник звезды, становясь между звездой и Землей, во время каждого оборота производит своеобразное затмение звезды. Изменение яркости других переменных связано с грушевидной формой звезды, с периодическим изменением ее объема, иногда, может быть, с особыми процессами, происходящими на ее поверхности.

Наше Солнце с других далеких Солнц—звезд казалось бы небольшой звездой с весьма малым ослаблением яркости через каждые 11 лет (период изменения количества солнечных пятен).

## ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ

Звезды распределяются по небесному своду неравномерно. В некоторых участках небесного свода звезд находится особенно много, по сравнению с соседними. Это—так называемые звездные скопления (Плеяды, Гиады) и звездные кучи (например, в созвездии Персея, Геркулеса, Гончих Псов). В настоящее время можно считать установленным, что в мировом пространстве на огромных расстояниях от Земли также нет равномерного распределения звезд. Мы могли бы мысленно пробежать расстояние в сотни тысяч световых годов,—и не встретить ни одной звезды. Затем мы попали бы в такую область, где сотни и тысячи миллионов звезд составляют целостную систему,—«звездный город», по образному выражению Д. Джинса. Именно такую систему представляет Млечный путь (Галактика), в который входит наше Солнце, все видимые невооруженным глазом звезды и многие миллионы телескопических звезд,—всего до 40 миллиардов. Млечный путь имеет спиралеобразное строение. Понятие о его размерах можно составить, зная, что от одного его края до другого свет идет не меньше 80 000 лет. Наиболее густо расположены звезды в созвездии Стрельца: здесь находится центр масс системы. Если соединить центр масс Галактики с внешним ее краем, то Солнце будет находиться на этой линии на расстоянии 15 000 световых лет от края системы. Имеются основания полагать, что вся звездная система вращается вокруг центра ее масс, скорость вращения Солнца около 275 км в секунду, а время одного оборота—250 миллионов лет.

На весьма больших расстояниях от Галактики открыты другие звездные системы; при наблюдении в малые инстру-



менты они кажутся туманными газовыми облаками. Однако фотоснимки, сделанные при помощи мощных телескопов и с большой выдержкой, показали, что эти туманности, так же как и Галактика, состоят из отдельных звезд; за этими звездными системами попрежнему сохранилось название туманностей. Укажем на туманность Андромеды, находящуюся на расстоянии 800 000 световых лет, туманность в Треугольнике, находящуюся на таком же расстоянии.

Диаметр туманности Андромеды—40 000 световых лет, туманности в Треугольнике—до 13 000 световых лет; обе звездных системы меньше Галактики. Современные телескопы дают возможность человеку проникнуть в глубины мирового пространства на сто пятьдесят миллионов световых лет. В разных направлениях, в пределах этого расстояния, обнаружены звездные скопления, подобные Галактике, туманности Андромеды, Треугольника. У нас нет никаких оснований считать, что за границей предельного для настоящего момента расстояния в 150 000 000 световых лет мы обнаружим какое-либо другое распределение звезд. Естественно поэтому представлять Вселенную в виде бесчисленного множества звезд, объединенных в звездные системы. Таким образом, наша Галактика—одна из бесчисленных звездных систем Вселенной; наше Солнце—рядовая звезда в Галактике; наша планета Земля—рядовая планета в солнечной системе,—не центр Вселенной, а совершенно не приметная песчинка даже в пределах Галактики. Нам, знающим о таком скромном месте Земли во Вселенной, нельзя без некоторой иронии читать содержание приговора кардиналов по делу Галилея,<sup>10)</sup> преданного суду инквизиции за распространение учения Коперника. В приговоре имеется такая, недопускающая возражений, сделанная с высот библейского мировоззрения, оценка учения Коперника: «Считать Землю не центром Вселенной и не неподвижную—есть мнение нелепое, философски ложное и с богословской точки зрения противное духу веры».

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Из предшествующего изложения мы знаем, что Солнце—одна из бесчисленного множества звезд Вселенной—в своем движении увлекает за собой рой планет. Мы имеем представление о физическом состоянии Солнца и планет, их взаимном расстоянии, величине и массе.



Однако мысль человека не удовлетворяется знанием только современного состояния солнечной системы. Она требует ответа на вопросы: как образовалась и развивалась солнечная система? Как развивалась Земля? Давно ли она существует?

Прежде всего мы попытаемся разрешить последний вопрос — о возрасте Земли, точнее, земной коры. Как можно определить, сколько лет существует Земля? Известно, что реки несут в моря песок и глину, которые оседают на дно и образуют слой осадочных пород. Один метр осадочных пород требует для отложения не менее трех тысяч лет. Зная общую толщину слоя осадочных пород, можно подсчитать время, необходимое для его образования. Такие расчеты показывают, что земная кора образовалась сотни миллионов лет назад. Против этого способа подсчета можно возразить, что разрушительная работа рек в разное время жизни Земли могла быть неодинаковой, и поэтому результаты расчета нельзя считать надежными. Есть другой, совершенно бесспорный способ определения возраста земной коры. Земная кора содержит в некоторых минералах элемент уран. Уран принадлежит к радиоактивным элементам; он разрушается, обращаясь в гелий и свинец.<sup>11)</sup> Гелий — газ — улетучивается, свинец же остается в минерале. Исследования показали, что скорость разрушения урана и превращения его в гелий и свинец остается неизменной, независимой от внешних условий. Именно, в течение года из одного грамма урана образуется двенадцать стотриллиардных долей грамма свинца. Зная количество урана и свинца в минерале, легко определить время, протекшее от начального момента разрушения урана. Это время оказалось не меньшим миллиарда шестисот миллионов лет; продолжительность же жизни Земли должна быть больше, — она не менее двух с половиной миллиардов лет. Таким образом, если считать, что подлинно научное, инструментальное изучение небесных светил начато с 1600 года, то все это время научного исследования составляет лишь одну восьмимиллионную часть возраста Земли! Можно ли поэтому требовать от астрономии, чтобы она со всю ясностью, подробно и окончательно установила, как и когда произошла Земля и другие планеты солнечной системы?

Очевидно, в наше время возможно построение лишь вероятных предположений (гипотез) по этому вопросу. Эти предположения должны пересматриваться и изменяться по мере того, как человек все больше и больше увеличивает свои



знания о Мире. Первое научное предположение (гипотеза) о том, как могла произойти солнечная система, было высказано в 1755 году Кантом, а в 1796 году обосновано и разработано Лапласом. Согласно гипотезе Канта—Лапласа, солнечная система произошла из газообразной туманности. В различных областях мирового пространства находятся очень разреженные скопления частиц газов и пылевидных частиц. На небесном своде эти скопления наблюдаются в форме неясных, легких светлых облачков, иногда как бы клочьев светлого тумана. Особенно много туманностей было обнаружено Гершелем, современником Лапласа. Часть туманностей, как мы знаем, оказалась далекими звездными скоплениями; другая часть представляет подлинные туманности, состоящие из газообразных и пылевидных масс. Среди некоторых туманностей этого рода были обнаружены звезды, просвечивающие через туманную оболочку и как бы окруженные ею.

Мы знаем, что из паров воды при их сгущении образуются шарообразные капли. Естественно было, наблюдая газовые туманности и находящиеся в них звезды, предположить, что звезды возникли из сгустившихся газообразных масс, из уплотнившейся туманности. Как объяснить в таком случае образование не только Солнца (Звезды), но и движущихся около него планет?

Представим себе вращающуюся туманность. Силой всемирного тяготения отдельные частицы туманности стягиваются к ее центру, происходит образование шарообразного сгущения в центральной части туманности с одновременным возрастанием температуры. При вращательном движении газового шара он сплющивается: в экваториальной плоскости вследствие центробежной силы от него отделяется кольцо, вращающееся в том же направлении, что и шар. Кольцо, разорвавшись в наименее плотной части, стягивается к более утолщенному, массивному участку: таким образом, возникает второй газообразный шар меньшего размера. Центральный шар продолжает вращаться и сжиматься; он отделяет второе, третье и т. д. кольца, из которых образуются новые газообразные шары. Таким образом, последовательно получились центральный газообразный шар больших размеров—Солнце—и газообразные шары меньших размеров—планеты. Спутники планет отделились в виде колец от планет при их вращении так же, как планеты от Солнца. Дальнейшее развитие солнечной системы состояло в том, что планеты, постепенно охлаждаясь, из газообразного состояния перешли в огненно-жидкое,



а затем на поверхности их образовалась твердая кора. Для Земли, как мы видели, образование твердой коры произошло не менее 1600 миллионов лет назад.

Гипотеза Канта—Лапласа существует сто пятьдесят лет. За это время знания человека о Мире значительно возросли, и в некоторых своих частях указанная гипотеза оказалась с ними в противоречии. Поэтому необходимо было ее критически пересмотреть и внести поправки в соответствии с современным состоянием науки, или же

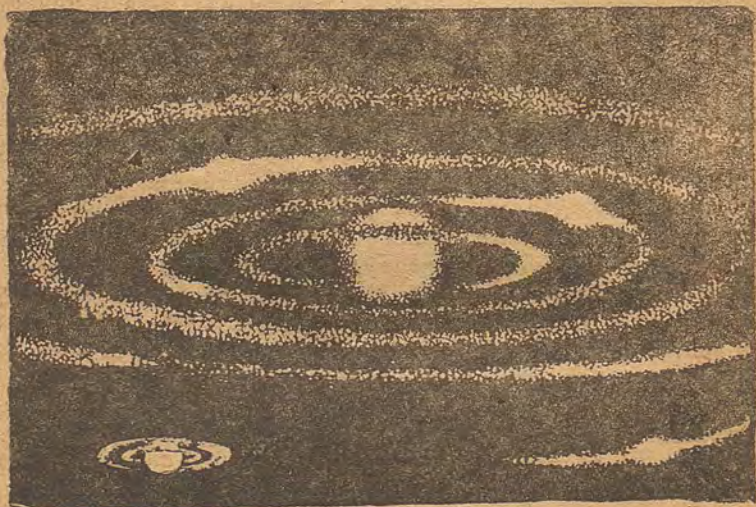


Рис. 13. Происхождение солнечной системы по гипотезе Лапласа.

построить новую гипотезу. Одна из новых гипотез была предложена английским астрономом Джинсом. По этой гипотезе, подобно другим звездам, Солнце образовалось из газовых масс спиралеобразной туманности. Как и другие звезды, Солнце постепенно уходило из пределов туманности и при этом приблизилось к другой огромных размеров звезде. Силою притяжения звезды в направлении к ней из поверхностных слоев Солнца была вырвана огромная газообразная струя, которая и распалась на капли—планеты. Планеты под действием притяжения со стороны Солнца пришли вокруг него во вращение; обратно не упали они на Солнце потому, что удалявшаяся от Солнца звезда, также притягивавшая их, сообщала им большую скорость.



Таким образом, планеты образовались под действием на солнечную массу силы притяжения со стороны другого Солнца: газообразные массы Солнца сместились в направлении к звезде. Подобное явление ежедневно наблюдается на Земле в виде приливов. Луна силой своего притяжения заставляет воды океанов смещаться



Рис. 14. Происхождение планет по гипотезе Джинса.

в направлении к Луне. Такое действие называется приливным. По Джинсу спутники планет произошли также благодаря приливному действию, но уже со стороны Солнца.

Представляет особый интерес рассмотреть с этой точки зрения происхождение спутника Земли — Луны. Более, чем 3 миллиарда лет назад, Луны, как спутника Земли, не существовало. Подобно Меркурию и Венере, Земля одинокой планетой вращалась вокруг Солнца. Газообразная или может быть огненно-жидкая масса Земли подвергалась приливному действию Солнца: она периодически, в соответствии с временем обращения около оси, удлинялась в направлении к Солнцу, — периодически изменяла свою форму, так сказать, пульсировала. Этот период пульсации совпал с собственным периодом колебания Земли; благодаря этому произошли очень большие изменения размеров



Земли, а затем и ее разрыв. Оторвавшаяся часть земной массы образовала Луну. Имеется предположение, что глубокая впадина Тихого океана представляет ту область Земли, где от последней оторвались образовавшие Луну массы. Подобным образом произошли и спутники планет.

Гипотеза Джинса не свободна от возражений, и так же, как и гипотеза Канта—Лапласа, не может на длительное время оставаться неизменной. В обеих гипотезах для нас ценно то, что они показывают, как вследствие естественного развития, без всякого вмешательства каких-либо божественных сил, могли образоваться Солнце, планеты, Земля.

Сопоставляя гипотезы Канта—Лапласа и Джинса, мы находим между ними существенное различие. По гипотезе Канта—Лапласа образование солнечной системы происходит вследствие нормального развития газообразной туманности. Так как газовых туманностей много, то и систем, подобных солнечной, также должно быть большое количество.

В гипотезе Джинса образование солнечной системы—явление катастрофического характера, вызванное случайным сближением двух звезд. Такие явления—если они существуют—чрезвычайно редки, и с точки зрения Джинса, наша солнечная система едва ли не единственная в Мире.

Так как в природе мы обычно встречаемся с естественно протекающими процессами развития, гипотеза Канта—Лапласа больше соответствует нашему опыту. Будущее не только сделает выбор между основными положениями обеих гипотез, но даст и новые гипотезы, объясняющие происхождение солнечной системы иными, отоль же естественными причинами.

## О НАЧАЛЕ И КОНЦЕ МИРА

В священных книгах и преданиях древних народов неизменно содержатся повествования о начале Мира и высказываются суждения о его конце. Современный мыслящий человек, очевидно, не может удовлетвориться наивными, имевшими место тысячи лет назад, представлениями о Мире, о начале и конце его,—теми представлениями, которые отображены в священных книгах. За разрешением вопросов: было ли начало Мира? Будет ли его конец,—он обращается к науке.

Прежде чем дать научный ответ на вопрос о начале и конце Мира, посмотрим, что подразумевается под словом «Мир» в различные эпохи развития человека.



Для дикаря Мир—несколько сот, может быть, тысяч квадратных километров земной поверхности, в пределах которой он добывает себе пищу. Для кочевых племен Мир более значительная область, в пределах которой происходит передвижение племени. Даже для древних культурных народов, например, египтян, Мир—это известная им весьма ограниченная область Земли. По Оппенгейму \*), «Египтяне отождествляли Мир со своей родиной. Он оканчивался на юге у Сиены, на севере—у берегов Средиземного моря, на востоке и западе—сияющими в лучах Солнца горными хребтами арабской и ливийской пустыни». По мере расширения человеческого опыта расширялось и представление о Мире. Но еще до 1492 г. людям неизвестна была Америка, огромный материк с большим народонаселением своеобразной культуры. Земля в эти годы средневековья считалась центром мира, а между тем даже на Земле многое еще оставалось не изученным. Новое, расширенное представление о Мире возникает в системе Коперника. Земля уже не центр Мира; она—обычная планета солнечной системы; Мир—это, по крайней мере, солнечная система. Изучение звезд показало, что они—самосветящиеся, подобные Солнцу, огромные небесные тела: в понятие «Мир» стали включать и звезды. Но звезды вместе с Солнцем входят в огромное звездное скопление—Галактику (Млечный путь), следовательно, Мир—это, по крайней мере, Галактика, включающая Солнце и миллиарды других звезд. Исследования последних лет показали, что в различных участках мирового пространства существует много звездных систем, подобных Галактике. Эти исследования, произведенные при помощи наиболее мощных современных телескопов, простирались на системы, удаленные от нас на 150 000 000 световых лет. Пятиметровое зеркало нового американского телескопа значительно раздвинет границы изучаемого нами звездного мира. Мысленно продолжая это раздвижение дальше и дальше и не находя для него предела, мы можем сказать, что Мир—это необъятная Вселенная, состоящая из бесчисленного множества звезд, объединенных в звездные системы.

Таким образом, под словом «Мир» человек в разные этапы своего развития понимал: 1) знакомую ему часть земной поверхности, 2) Землю, как неподвижный центр Мира с вращающимися вокруг нее небесными светилами,

---

\*) С. Оппенгейм. Астрономическое мировоззрение с древних времен по настоящее время. Стр. 15.



3) солнечную систему, 4) Галактику, 5) Вселенную, состоящую из бесчисленного множества звезд, объединенных в звездные системы. Так как слово «Мир» для нас — Вселенная, то вопрос о начале и конце Мира должен быть поставлен так:

Вселенная, состоящая из бесчисленного множества звезд и других небесных тел, всегда существовала, или же она имела начало? Будет ли Вселенная иметь конец?

Так как все, что существует во Вселенной, — звезды, кометы, планеты и др., — состоит из вещества, из материи, то вопрос можно задать и так: материя возникла когда-либо, или же она всегда существовала, и никогда не исчезнет? На ранней ступени развития науки было много неясного в тех вопросах, в которых мы теперь не встречаем трудностей. Так, до половины восемнадцатого столетия многие изобретатели пытались построить машину, которая производила бы работу, не требуя для этого энергии. Таким образом, работа создавалась бы из ничего. Для того времени была допустима мысль, что и вещество, материю, можно создать из ничего. Однако уже почти двести лет назад наш великий ученый М. В. Ломоносов высказал закон сохранения материи, который гласит: в Мире ничто не исчезает и ничто не творится вновь. В полном соответствии с этим бесспорным законом, подтвержденным всем опытом человечества, мы можем заявить: материя Вселенной не имеет конца («не исчезнет») и не имела начала («не творится вновь»). Материя вечно существует, а следовательно, вечно существует и Вселенная.

Житейский опыт, однако, как будто, дает нам примеры исчезновения вещества. Так, например, если зажечь спичку, то она быстро сгорает, от нее почти ничего не остается, она исчезла. Такое заключение было бы неверным, оно было бы результатом обывательского, а не научного наблюдения. Если бы мы подвергли горению спички научному обследованию, то выяснили бы следующее: все вещество, которое находилось в спичке до ее горения, полностью сохранилось и после ее сжигания. Изменилась лишь форма его существования. Так, вода, — в больших количествах содержащаяся в растениях и в организмах животных, — из жидкого состояния перешла в парообразное; углерод соединился с кислородом воздуха и образовал уголекислоту. Незначительное количество крупинок углерода вместе с нагретым воздухом поднялось вверх в виде дыма. Если бы мы взвесили продукты сгорания, то получили бы полное соответствие с первоначальным весом спички. Таким обра-



зом, вещество, имевшееся в спичке, не исчезло, оно осталось, но форма его существования изменилась. Так бывает во всех случаях, когда мы говорим о конце, о гибели, о смерти: мы имеем в виду конец, а стало быть, и начало не вещества, а лишь формы его существования. Поэтому неправильно было бы ставить вопрос о начале и конце Вселенной, — но вполне возможно и законно ставить вопрос о начале и конце солнечной системы, отдельно — Солнца, Земли. И солнечная система, и Солнце, и Земля — лишь переходящие формы существования материи; они имеют и начало, и конец. Так, возраст Солнца 11—12 миллиардов лет. Это не означает, что 11—12 миллиардов лет назад Солнце внезапно появилось из ничего. Вещество, из которого состоит Солнце, всегда существовало, существовало и до образования Солнца, но в другой форме, в форме спиралеобразной туманности. Когда мы говорим о конце Солнца, то не имеем в виду исчезновение вещества Солнца, превращение его в ничто. Мы спрашиваем, в какой другой форме будет существовать вещество, входящее в настоящее время в состав Солнца. Законно ставить вопрос о том, как произошли кометы и какова их дальнейшая судьба, то есть, в какой форме существовало вещество комет до их образования; какую форму будет иметь оно после разрушения (конца) комет. Напомним, как мы отвечали на эти вопросы. Кометное вещество могло существовать в недрах Юпитера и Сатурна, и, может быть, отдаленных звезд, откуда оно было выброшено во время извержений. Постепенно разрушаясь при прохождении около Солнца, кометы обращаются в метеориты, в космическую пыль. Кометы, как форма существования материи, переходящи, они имеют начало и имеют конец; но вещество, материя, из которой состоят кометы, не имело начала и не имеет конца, — оно существует вечно. Столь же законен вопрос, имела ли начало и будет ли иметь конец Земля? Мы должны ответить: да, Земля имела начало, то есть вещество, из которого в настоящее время состоит Земля, некогда существовало в другой форме: по гипотезе Джинса оно находилось в недрах Солнца. Будет ли вещество Земли когда-либо — через сотни миллионов лет — продолжать свое существование в другой какой-либо форме? Безусловно, будет; но в какой именно форме, мы пока не знаем, ибо не знаем еще пути развития планет.

Таким образом, Земля, Солнце, звезды и звездные системы имеют начало и конец — т. е. вещество, входящее



в состав небесных тел, ранее существовало в другой форме, в другой форме оно будет существовать впоследствии.

Само же вещество, из которого состоят все тела Вселенной, материя,—не имеет ни начала, ни конца. Оно вечно существует, ибо «в Мире ничто не исчезает и ничто не творится вновь» (Ломоносов, Лавуазье).

Пусть внимательно прочитавший эту книжку выйдет в ясную безлунную ночь под открытое небо. За внешней картиной мерцающих светлых точек—звезд—он увидит действительный мир огромных Солнц, движущихся в бесконечном пространстве. В светлых точках, посылающих Земле спокойный, отраженный солнечный свет, он узнает планеты,—темные тела, подобные Земле. Его мысленному взору открывается движение бесчисленного множества невидимых глазу железных и каменных тел различной величины и формы,—это возможные кометы, метеориты и падающие звезды. Он представит себе необозримые облака космической пыли, увлекаемые небесными светилами и разбросанные в различных участках мирового пространства.

Все эти единые по составу бесчисленные большие и малые небесные тела находятся в вечном движении, в вечном изменении, управляемом неизменными естественными законами. Одним из таких законов является закон сохранения и превращения энергии.

В бесконечном пространстве Вселенной наблюдатель не почувствует себя одиноким. Вместе с Джордано Бруно, Галилеем, Ломоносовым, Энгельсом и многими другими великими умами он предполагает возможность жизни и на других, кроме Земли, планетах,—в формах, может быть, и весьма отличных от земных жизненных форм.

Имея представление о том, насколько труден путь к познанию Вселенной, он не будет разочарован неполнотой знаний человека о небесных светилах, несовершенством теорий о происхождении солнечной системы и развитии звезд. Наоборот, в нем самом, может быть, зажжется желание наблюдениями над небесными светилами сделать и свой посильный вклад в изучение Вселенной. Конечно, путь самостоятельного научного исследования труден. Но для граждан нашей великой страны нет недоступных высот ни в одной из отраслей науки и искусства. Необходимо лишь достаточное желание и упорство в выполнении ленинского завета: «учиться, учиться и учиться»,—учиться не только по книгам, но и в непосредственном наблюдении бесконечных изменений вечной Вселенной.



## ПРИМЕЧАНИЯ

1. Чтобы подсчитать, во сколько раз масса Солнца больше массы Земли, следует воспользоваться соотношением между массой, плотностью и объемом:  $m = \rho v$ .

Примем объем Земли за единицу. Тогда объем Солнца будет равен 1 300 000.

Обозначим массу Солнца, объем и плотность через  $m_1, v_1, d_1$ , массу Земли, объем и плотность через  $m_2, v_2, d_2$ .

$$m_1 = v_1 d_1$$

$$m_2 = v_2 d_2$$

Беря отношение  $m_1:m_2$  и подставляя вместо  $v_1 d_1, v_2 d_2$  их значения, получим

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1\,300\,000 \cdot 1,4}{1,5,5} \approx 330\,000$$

2. В спектре короны имеются такие линии, которые не соответствуют спектральным линиям ни одного из известных на Земле химических элементов при обычном их состоянии. Это обстоятельство дало некоторым астрономам повод считать, что в состав солнечной короны входит неизвестный на Земле элемент — «короний». В 1941 г. Гротриан и Эдлен показали, что указанные спектральные линии испускаются наэлектризованными атомами железа, никеля и кальция.

О наблюдениях солнечной короны см. статью Гиммельфарба в журн. «Природа», 1944 г., № 4.

3. а) Ватт — единица измерения мощности: Это — мощность двигателя, способного поднять в течение секунды один килограмм на высоту 10,2 см.

В лампах небольшой мощности на каждую свечу расходуется около ватта; стало быть, лампа на 15 ватт соответствует источнику света силой в 15 свеч:

в) Мощность солнечного излучения, приходящегося на квадратный сантиметр освещенной поверхности в южных районах СССР, около 0,08 ватта. На квадратный метр это составит  $0,08 \cdot 10\,000 = 800$  ватт; на гектар —  $800 \cdot 10\,000 = 8\,000\,000$  ватт или 8000 киловатт (киловатт — тысяча ватт). Мощность Волховской гидроэлектростанции около 80 000 киловатт. Такой величины мощность солнечного излучения приходится на поверхность в  $80\,000 : 8000 = 10$  гектаров. Более подробные расчеты смотрите в книжке проф. Б. П. Вейнберга «Солнце — источник механической и тепловой энергии».

4.  $8 \cdot 10^{25}$  — величина, изображаемая числом 8 с приписанными справа двадцатью пятью нулями;  $34 \cdot 10^{32}$  — величина, изображаемая числом 34 с приписанными справа 32 нулями. Такой способ записи освобождает от необходимости писать большое число нулей.

Калория — количество тепла, способное нагреть 1 г воды на 1°С.



Эрг — единица работы; он приблизительно равен работе, совершаемой при поднятии одного миллиграмма на высоту 1 см.

5. Количество света, падающее на какую-либо поверхность, обратно пропорционально квадрату расстояния ее от источника света. Расстояние от Солнца до Меркурия в 2,5 раза меньше расстояния от Солнца до Земли. Поэтому поверхность одной и той же величины получает на Меркурии света и тепла в  $2,5^2$ , т. е. в 6,25 раза больше чем на Земле.

6. Плотность атмосферы Марса по сравнению с плотностью земной атмосферы незначительна. Выделим на поверхности Земли на уровне моря площадку в квадратный сантиметр и представим себе столб атмосферного воздуха, опирающийся на эту площадку. Вес этого столба воздуха — около килограмма. Такой вес имел бы опирающийся на ту же площадку столбк ртути высотой около 760 мм. Поэтому обычно говорят: «давление атмосферы равно 760 мм ртутного столба». Давление атмосферы Марса не превышает 40 мм ртутного столба. В земной атмосфере такое давление наблюдается на высоте свыше 11 км над уровнем моря.

Давление воздуха изменяется в зависимости от содержания водяных паров, перемещения воздушных масс, и т. п. Оно может быть и больше, и меньше 760 мм.

7. а) Кажущееся движение Солнца по небесной сфере между созвездиями есть результат движения Земли вокруг Солнца (см. рис. 4). Поэтому видимый путь свой по небесной сфере Солнце завершает в течение года. Так как окружность содержит  $360^\circ$ , то за сутки Солнце проходит  $360 : 365 \approx 1^\circ$ .

в) Полный оборот вокруг Земли Луна завершает в 27,3 суток; по истечении этого времени она приходит в прежнее положение по отношению к Земле и звездам. Промежуток времени в 27,3 суток называется сидерическим месяцем (от латинского «сидера» — звезда). Промежуток времени между двумя последовательными новолуниями называется синодическим месяцем. Он содержит 29,5 суток.

8. «Я разработал некоторые стороны вопроса о поднятии в пространство с помощью реактивного прибора, подобного ракете. Математические выводы, основанные на научных данных и много раз проверенные, указывают на возможность с помощью таких приборов подниматься в небесные пространства. Пройдут, вероятно, сотни лет, прежде чем высказанные мною мысли найдут применение и люди воспользуются ими, чтобы расселиться не только по лицу Земли, но и по всей Вселенной». Циолковский.

(Из письма к редактору «Научного обозрения» по поводу статьи «Исследование мировых пространств ракетными приборами»).

9. Пути движения планет вокруг Солнца — орбиты планет — мы изображали в виде окружностей и эллипсов (рис. 5). Это соответствовало бы действительности при условии неподвижности Солнца, как это предполагал Коперник. Мы знаем, что Солнце находится в движении; поэтому надо уточнить представление о форме пути планет.

Увлекаемые Солнцем, планеты не возвращаются в исходное положение, не замыкают окружностей или эллипсов. Их пути в мировом пространстве представляют спиралеобразные, соленоидальные кривые. Осью соленоида является линия движения Солнца.

10. Гениальный итальянский ученый Галилей известен своими работами в области физики и астрономии. При помощи им



самим построенного телескопа он открыл четыре спутника Юпитера, обнаружил пятна на Солнце, разрешил загадку Млечного пути. Галилей был сторонником теории Коперника о движении Земли и планет вокруг Солнца. За защиту и распространение этого противного «духу веры и священному писанию» учения 70-летний Галилей был привлечен инквизицией к суду, содержался в тюрьме и в 1633 году по приговору суда должен был публично отречься от учения о движении Земли.

Акт отречения Галилея можно найти в книжке «Галилео Галилей», 1931 г. Ленгиз.

10. Радиоактивные элементы получили свое название от слова «радиус» — луч. Атомные ядра радиоактивных элементов разрушаются; выбрасываемые при этом составные части ядра образуют так называемые «альфа» и «бета» лучи. В результате разрушения атомного ядра получается новое ядро, а стало быть, и новый элемент. Он может оказаться также радиоактивным; его ядро тоже будет разрушаться... и т. д., — получится последовательный ряд радиоактивных элементов с уменьшающимся атомным весом. Ряд заканчивается элементом с устойчивым атомным ядром. Обычно радиоактивный ряд носит название элемента с наибольшим атомным весом, так сказать, родоначальника ряда.

Уран, — элемент с атомным весом 238, — принадлежит к радиоактивным элементам. Радиоактивный ряд урана заканчивается свинцом с атомным весом 206. Этим атомным весом получаемый из урана свинец отличается от других разновидностей свинца, имеющих и другое происхождение, и атомные веса 207 и 208.







Таблица 1

## СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ

- до 2000 г., видимые в СССР (по Опольцеру, Э. Стремгрэн и Б. Стремгрэн. Астрономия).
- 1945 г. 9 июля Полное; пройдет через Европейскую часть Союза, севернее Москвы, около Костромы, Казани, Актюбинска и Ташкента.
- 1948 г. 9 мая Кольцеобразное, видимое около Владивостока.
- 1949 г. 28 апреля Частное, видимое в Европейской части СССР.
- 1950 г. 12 сент. Полное, видимое в Сибири в районе Чукотского полуострова.
- 1952 г. 25 февраля Полное, видимое в Средней Азии и в Западной Сибири (около Красноярска).
- 1953 г. 14 февраля Частное, видимое в Восточной Сибири.
- 1954 г. 30 июня Полное; пройдет близ Минска, Чернигова, Харькова; пересечет Северный Кавказ и Каспийское море.
- 1956 г. 2 декабря Частное, видимое в Европейской части СССР и в Западной Сибири.
- 1957 г. 30 апреля Кольцеобразное, видимое на Северной Печоре и Новой Земле.
- 1961 г. 15 февраля Полное; пройдет через Крым, близ Сталинграда, Западную Сибирь.
- 1963 г. 20 июля Полное, видимое отчасти в Сибири.
- 1966 г. 20 мая Кольцеобразное, пройдет через Черное море, Северный Кавказ и Казахстан.
- 1968 г. 22 сент. Полное; пройдет через Новую Землю, Западную Сибирь и Казахстан (близ озера Балхаш).
- 1971 г. 25 февр. Частное, видимое в Европейской части Союза и в Западной Сибири.
- 1975 г. 11 мая Частное, видимое в Европейской части Союза и в Сибири.
- 1976 г. 29 апреля Кольцеобразное.
- 1981 г. 31 июля Полное; пройдет близ Сухуми, Астрахани, Кузнецка, Нижнеудинска и Хабаровска.
- 1982 г. 15 декабря Частное, видимое в Европейской части СССР и Западной Сибири.
- 1985 г. 20 мая Частное, видимое во всей Сибири.
- 1987 г. 23 сент. Кольцеобразное, видимое в Казахстане.
- 1990 г. 22 июля Полное; пройдет близ Ленинграда и Архангельска.
- 1993 г. 21 мая Частное, видимое в северной части СССР.
- 1997 г. 9 марта Полное; пройдет по Сибири около Иркутска и Хабаровска.
- 1999 г. 11 августа Полное; пройдет через Крым и Закавказье.

## ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ

	Начало затмения	Начало полного затмения	Конец полного затмения	Конец затмения
1946 г. 8 дек.	21 ч. 05 м.	22 ч. 18 м.	23 ч. 21 м.	0 ч. 33 м.
1949 г. 7 окт.	6 ч. 08 м.	7 ч. 19 м.	8 ч. 29 м.	9 ч. 40 м.
1950 г. 2 апр.	0 ч. 3 м.	1 ч. 25 м.	2 ч. 03 м.	3 ч. 25 м.

Время — молотовское.



**Научно-популярные книги и брошюры для первоначального  
ознакомления с вопросами астрономии.**

Баев К. и Шишаков В. Начатки мироведения, ОГИЗ, Москва, 1940 г.

Гурев Г. А. Земля и Небо. Детиздат, Москва, 1940 г.

Перельман Я. И. Занимательная астрономия, Гонти, Москва, 1938 г.

Прянишников В. И. Занимательное мироведение в вопросах и ответах. Молодая Гвардия, Ленинград, 1935 г.

Андреев Б. Г. Сколько километров до Луны, Солнца и звезд. ОНТИ, Москва, 1936 г.

Огородников К. Ф. Как наблюдали небо раньше и как наблюдают теперь. Издательство АН СССР, Москва, 1938 г.

Куницкий Р. В. Развитие взглядов на строение солнечной системы, ГТТИ, Москва, 1941 г.

Баев К. Л., проф., и Шишаков В. А. Творцы астрономии, ОНТИ, Москва, 1936 г.

Полак И. Ф. Планета Марс и вопрос о жизни на ней, ГОНТИ, Москва, 1939 г.

Львов В. Н. Как родилась Земля. ГТТИ, Москва, 1936 г.

Полак И. Ф. Происхождение вселенной, ГТТИ, Москва, 1934 г.

Набоков М. Е. и Воронцов-Вельяминов Б. А. Астрономия, Учпедгиз, Москва, 1939 г.

Джинс Г. Движение миров, ГТТИ, Москва, 1933 г.

Рюдо Л. Астрономия на основе наблюдений, ОНТИ, Ленинград, 1935 г.

Воронцов-Вельяминов Б. А. Было ли начало и будет ли конец мира. М. Гвардия, Москва, 1944 г.

Гурев Г. А. Наука о вселенной и религия. ОГИЗ, Москва, 1934 г.

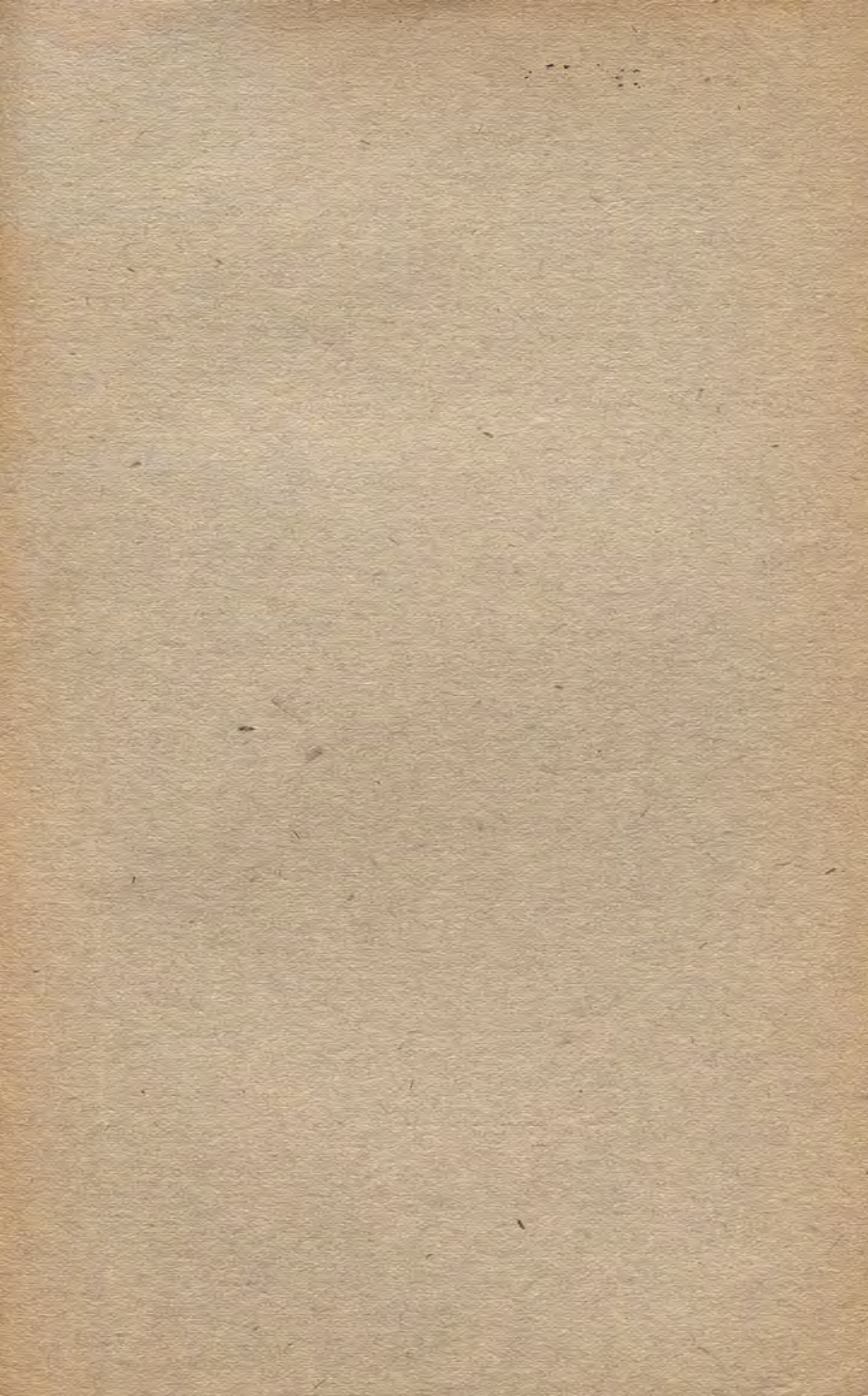














Цена 1 руб. 75 коп.



13298/109