

**НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА**



проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ

В мире звезд



ОГИЗ «ГОСТЕХИЗДАТ» 1946

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

Проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ

В МИРЕ ЗВЁЗД

ОГИЗ

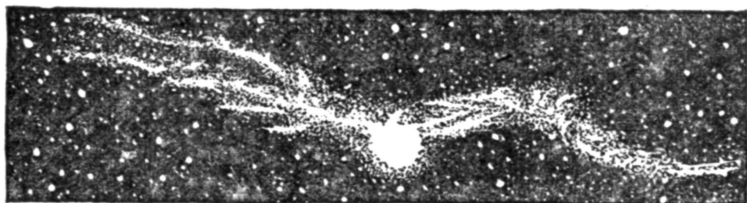
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА 1946 ЛЕНИНГРАД

Редактор *С. А. Шорьгин.* Техн. редактор *Н. А. Тумаркина.*
Подписано к печати 25/VI 1946 г. 2,5 печ. л. 2,4 уч.-авт. л. 39.000 тип. зч. в печ. л.
А 08354. Тираж 200 000 экз. Цена книги 75 к. Заказ № 1541.

Набрано и сматрицировано в 1-й Образцовой типографии треста «Полиграфкнига»
ОГИЗа при Совете Министров РСФСР.

Отпечатано в 3-й типографии «Красный пролетарий» треста «Полиграфкнига»
ОГИЗа при Совете Министров РСФСР. Москва, Краснопролетарская, 16.



1. ЗВЁЗДНОЕ НЕБО

Небо кажется нам огромным шарообразным сводом, днём голубым, а ночью — чёрным и усеянным звёздами. Кажется, что звёзд не счесть, но в действительности они давно сосчитаны. Наиболее зоркий глаз даже в самую тёмную ночь видит не более трёх тысяч звёзд. Столько же находится ниже горизонта на невидимой наблюдателю половине неба. Значит, всех звёзд, видимых простым глазом, на всём небе около шести тысяч. Гораздо больше звёзд видно вооружённым глазом. Даже маленький участок неба, где глаз едва замечает две-три звезды, кажется при наблюдении в телескоп сплошь усеянным звёздами. Поэтому с помощью телескопов астрономы насчитывают на небе сотни миллионов звёзд.

Присмотритесь внимательно к звёздному небу, и вы заметите, что звёзды различаются и своим блеском, и своим цветом, и своим расположением на небе. Для того, чтобы не запутаться во множестве звёзд, их разделили на группы, на созвездия. Каждое созвездие названо именем какого-либо предмета, животного или человека, обычно именем героя древних народов. Самые яркие звёзды названы собственными именами, более слабые обозначены греческими и латинскими буквами, значительная часть совсем слабых — просто перенумерована. Составлены и карты неба, на которых каждая звезда обозначена на своём месте, так же как города и населённые пункты на географической карте. На некоторых картах неба обозначены не только расположения созвездий, но и фигуры тех предметов или животных, именами которых они названы. На таких картах, например, созвездие Лебедя расположено на фигуре лебедя. Делается это для большей наглядности. На самом же деле сходства в расположении

звёзд с фигурами, соответствующими названиям созвездий, нет почти никакого.

Став лицом к северу, вы легко найдёте наиболее яркие звёзды созвездий Малой Медведицы, Большой Медведицы и Кассиопеи, соединённые на рис. 1 ломаными линиями. Запомните расположение этих звёзд и через два часа снова посмотрите на небо. Вы заметите перемену — расположение звёзд по отношению друг к другу останется

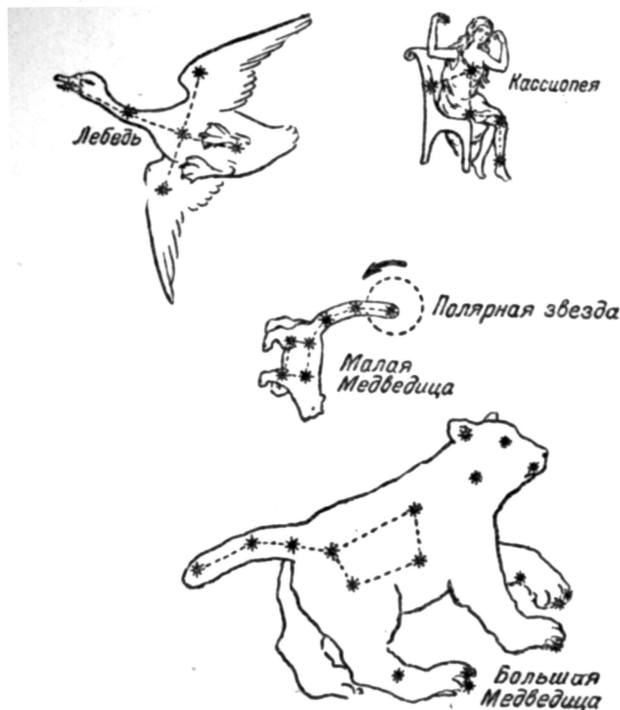


Рис. 1. Карта созвездий, находящихся вблизи Полярной звезды. Вокруг Полярной звезды проведён пунктиром кружок. Стрелка указывает направление суточного вращения небесной сферы.

прежним, тогда как весь небесный свод повернётся в направлении, указанном на рис. 1 стрелкой, вокруг точки, около которой находится Полярная звезда.

Продолжая наблюдения звёзд, вы убедитесь, что небо, или, как его называют астрономы, небесная сфера, медленно и равномерно вращается. За сутки небесная сфера

совершает полный оборот, а за час — $1/24$ часть оборота. Кажется, что небесная сфера насажена на невидимую ось, которая её пересекает вблизи Полярной звезды и в противоположной точке, находящейся по другую сторону горизонта. Поэтому Полярная звезда остаётся почти неподвижной, а все звёзды описывают в течение суток круги тем большие, чем дальше они от Полярной звезды.

Небо простирается у нас над головой в виде полукруглого свода или, вернее, в виде полушария. Нам кажется, что оно опирается где-то вдали на Землю и что мы находимся в его центре. Но бесполезно пытаться достичь того места, где небо сходится с Землёю. Сколько бы мы ни путешествовали, в любом месте на Земле нам будет казаться, что мы находимся в центре небесной сферы.

Что же такое небесная сфера? Воображаемая ли шаровая поверхность или огромная, пустая, твёрдая скорлупа, окружающая Землю, как это думали в древности?

Небесная сфера, конечно, в действительности не существует. Небесная сфера — это воображаемая поверхность, на которой нам кажутся укрепленными Солнце, Луна, планеты и звёзды. Она кажется нам куполом, прикрывающим Землю, в результате обмана зрения. Нам, например, кажется, что Солнце, Луна и звёзды находятся на небе недалеко от Земли. Но на самом деле это не так. Самый скорый самолёт, двигаясь без остановки, должен был бы лететь до Луны двадцать дней, до Солнца — двадцать лет, а до ближайшей звезды — пять миллионов лет. В действительности такой полёт невозможен из-за того, что между Землёй и небесными светилами нет воздуха, необходимого для полёта самолёта. Светила так далеки от Земли, что человек не может на-глаз определить расстояние до них, и ему кажется, что они одинаково удалены и расположены на одной поверхности, которую назвали небесной сферой.

В течение тысячелетий люди думали, что небесная сфера вращается вокруг Земли, но в XVI веке польский астроном Николай Коперник доказал, что это не так. В действительности вращается Земля, совершая один оборот в сутки вокруг своей оси, проходящей через северный и южный полюсы Земли. Кажущееся вращение неба подобно тому обманчивому впечатлению, которое создаётся у катающегося на карусели. Ему кажется, что он неподвижен, а вся местность вращается вокруг него.

Треск и скрип карусели нарушают ощущение неподвижности, но Земля вращается без толчков и сотрясений, ничем не обнаруживая своего движения.

Проходят века, но на-глаз незаметно изменения расположения звёзд на небе. Лишь с помощью очень точных измерений удаётся обнаружить, что звёзды очень медленно

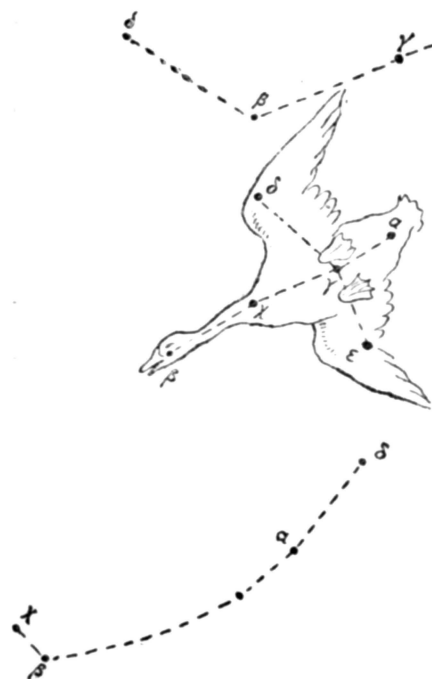


Рис. 2. Изменение положения звёзд в созвездии Лебедя. Вверху созвездие Лебедя миллион лет назад, в середине — в настоящее время, внизу — через миллион лет. Звёзды α и γ за 2 миллиона лет почти не переместились. Звезда β медленно удаляется от них. Звёзды δ и ζ сравнительно быстро летят почти навстречу друг другу. Но быстрее всех движется звезда ϵ . Она за миллион лет проходит по небу путь, раз в пять больший, чем расстояние от звезды α до звезды β . Поэтому на первом и последнем рисунках она даже не уместилась на карте.

(в течение лет и десятков лет) передвигаются друг относительно друга. Такие измерения очень трудны. Легче было бы заметить движения букашек, ползающих со скоростью одного миллиметра в год и находящихся от нас на расстоянии километра, чем обнаружить перемещения звёзд. Поэтому звёзды называют неподвижными. Но за достаточно долгий срок некоторые неподвижные звёзды заметно передвигаются, и форма созвездий становится совершенно иной. Миллион лет назад созвездие Лебедя не имело

даже отдалённого сходства с тем его видом, какой оно имеет теперь; оно не будет на него похоже и через миллион лет (рис. 2).

Кроме звёзд, Солнца и Луны, видимых невооружённым глазом, мы можем наблюдать ещё пять небесных светил, которые сравнительно быстро движутся на фоне звёздного неба. Их называли планетами, что по-гречески означает странники. Планетам даны и собственные имена: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. Планеты — это огромные, твёрдые, холодные шары, во многих отношениях похожие на нашу Землю, но сильно отличающиеся от звёзд. К числу планет принадлежит и Земля.

2. НАША ПЛАНЕТА — ЗЕМЛЯ

Наблюдая звёзды, планеты и другие небесные тела с Земли, мы не замечаем, что сама Земля есть тоже небесное тело. Среди светил она составляет лишь ничтожную частицу всего огромного звёздного мира.

В древности Землю считали огромным, плоским кругом, а небо — опирающимся на неё куполом. Но впоследствии было обнаружено, что Земля выпуклая. В самом деле, корабль, которого вы не видите с берега, становится видимым, когда вы поднимаетесь на прибрежную скалу. У приближающегося к берегу корабля сначала появляются верхушки мачт, а затем он становится виден и весь. Этого не было бы, если бы Земля была плоская.

Заметив подобные явления, греческий учёный Аристотель, живший в IV веке до начала нашего летоисчисления, установил, что Земля имеет форму шара. Лет через двести после этого другой греческий учёный Эратосфен определил длину окружности земного шара. Она оказалась на наши меры равной сорока тысячам километров.

Со времён Аристотеля прошло почти две тысячи лет, прежде чем стало общепринятым представление о том, что Земля — шар. Это стало для всех несомненным после кругосветного путешествия знаменитого мореплавателя Магеллана, закончившегося в 1521 году. Отплыв из Испании на запад и обогнув Южную Америку, экспедиция Магеллана возвратилась после трёхлетнего плавания обратно в Испанию с востока. Смелые мореплаватели объехали вокруг Земли, подтвердив этим, что Земля — шар. Строго говоря, Земля — слегка сплюснутый шар. Диаметр, соединяющий оба полюса, на сорок километров

короче диаметра, соединяющего две противоположные точки экватора.

Над твёрдой поверхностью Земли находится воздух, которым мы дышим. Он окружает Землю сравнительно тонким слоем, который называют атмосферой. От поверхности Земли атмосфера простирается до высоты нескольких десятков километров, и чем выше, тем разреженнее составляющий её воздух. А за пределами атмосферы находится безвоздушное мировое пространство. Освещённая лучами Солнца атмосфера кажется голубой, и поэтому небо днём голубого цвета. На его ярком фоне мы не видим звёзд, но можем легко обнаружить их и днём с помощью телескопа.

Вы знаете, что на земном шаре, в любой его точке, сила тяжести влечёт все предметы к Земле. Но что же такое сила тяжести? На этот вопрос ответил величайший английский учёный Исаак Ньютон, установив закон всемирного тяготения. Согласно этому закону, любые два предмета или, как говорят научным языком, любые два тела, притягиваются друг к другу. Сила их взаимного притяжения тем больше, чем массивнее тела, и тем меньше, чем дальше они находятся друг от друга. Окружающие нас предметы имеют такие маленькие массы, что их притяжения мы не замечаем, но земной шар — тело огромное и сила его притяжения заставляет все предметы, лишённые опоры, падать на землю. Это притяжение Земли и есть сила тяжести.

Сила, с которой свинцовый шар весом в одну тонну притягивает окружающие предметы, ничтожна, но с помощью точных приборов учёным всё же удалось её измерить. Сравнивая силу, с которой один и тот же предмет притягивается к свинцовому шару и к Земле, учёные вычислили массу Земли, оказавшуюся равной шести тысячам триллионов тонн, т. е. 6 000 000 000 000 000 000 тонн *).

Если бы массу Земли нагрузить в товарные вагоны, то получился бы поезд, длина которого была бы в двадцать тысяч раз больше расстояния до ближайшей звезды. А ведь до неё, как мы говорили, самый скорый самолёт летел бы пять миллионов лет. Если бы из первого вагона этого поезда было отправлено в последний вагон распоря-

*) Миллион — единица с 6 нулями, т. е. тысяча тысяч. Миллиард — тысяча миллионов, единица с 9 нулями. Биллион — миллион миллионов — единица с 12 нулями, триллион — миллион биллионов, т. е. единица с 18 нулями и т. д.

жение, переданное по радио или по телеграфу, то оно дошло бы только через сто тысяч лет. Учтите, что радиоволны, электрический ток и световой луч — самые быстрые вестники. Они мчатся со скоростью трёхсот тысяч километров в секунду, и отправленный из Москвы радиосигнал достигает Владивостока за $\frac{1}{40}$ долю секунды.

Наша Земля твёрдая. Центральные её части значительно твёрже стали и состоят из металлов, а наружные — из каменных пород. В глубоких недрах Земли температура достигает нескольких тысяч градусов, но породы там твёрдые. Лишь вблизи поверхности Земли, на глубине 50—80 километров, встречаются местами небольшие количества расплавленных пород, которые иногда вытекают в виде лавы из огнедышащих гор — вулканов. Поверхность Земли была бы очень холодной, если бы её не нагревали лучи Солнца.

3. ЛУНА

Сравнительно недалеко от Земли находится её спутник — Луна. Её поперечник в четыре раза меньше поперечника Земли и равен 3476 километрам, а масса её в восемьдесят раз меньше массы Земли.

Расстояние от Земли до Луны — 380 тысяч километров. Ружейная пуля, если бы её скорость не уменьшалась, летела бы больше недели до Луны, а луч света или радиоволна, движущиеся со скоростью трёхсот тысяч километров в секунду, проходят расстояние от Луны до Земли за секунду с четвертью.

Сильный телескоп приближает к нам Луну в полторы-две тысячи раз. Поверхность Луны покрыта горами (рис. 3). Высоты некоторых из них превосходят 8 километров. Горы на Луне крутые и обрывистые. На Луне нет ни океанов, ни морей, ни рек, ни озёр. Нигде не встречается ни капли воды. Нет на Луне и воздуха, а поэтому на этом безжизненном небесном светиле невозможно существование растений и животных.

Луну называют спутником Земли; она всегда обращается около Земли по кругу, который называется орбитой Луны. Вообще орбитами называют пути, по которым движутся небесные светила. Строго говоря, и орбита Луны вокруг Земли, и орбиты Земли и других планет вокруг Солнца — не окружности, а эллипсы (слегка вытянутые овальные кривые). Однако, вытянутость орбит

настолько мала, что можно их приближённо считать круговыми.

Один оборот по своей орбите Луна совершает за $27\frac{1}{2}$ суток, двигаясь со скоростью одного километра в секунду, т. е. со скоростью пушечного снаряда. На фоне звёздного неба Луна непрерывно перемещается, двигаясь с запада

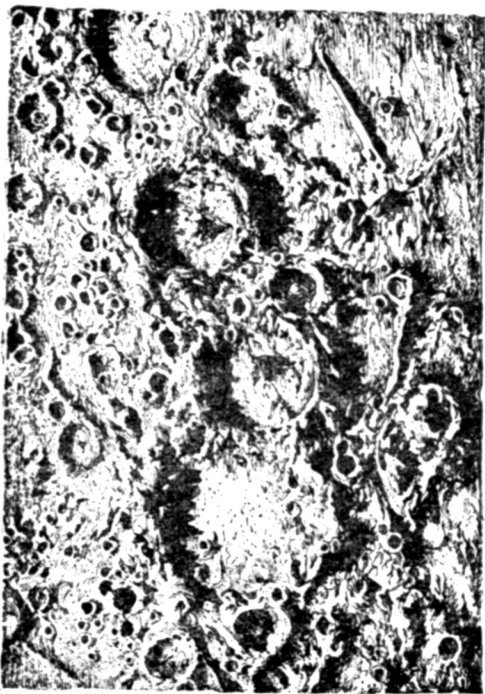


Рис. 3. Гористый участок поверхности Луны

на восток. Она восходит каждый день минут на пятьдесят позднее, чем накануне. Если вы запомните звёзды, около которых в данный момент находится Луна, то через час убедитесь, что она переместилась на величину своего видимого диаметра к востоку от них. В силу этого через $27\frac{1}{2}$ суток она снова окажется около тех же звёзд, описав по небу полный круг.

Что же заставляет Луну двигаться по круговой орбите вокруг Земли? И почему она не падает на Землю, несмот-

ря на то, что Земля её притягивает? Для того, чтобы ответить на эти вопросы, произведите простой опыт: небольшую гирию привяжите к одному концу короткой верёвки и начните её быстро вращать, удерживая другой конец верёвки в руке (рис. 4). Гирия натянет верёвку, так как при вращении возникает сила, которая называется центробежной. Натянутая верёвка влечёт гирию к руке, но тем не менее гирия к руке не приближается, так как её удерживает от этого центробежная сила. Но гирия и не удаляется от руки прочь, потому что её не пускает натянутая верёвка.

Так же движется и Луна вокруг Земли: сила притяжения, заменяющая в этом случае верёвку, влечёт Луну к Земле. Луна упала бы на Землю, если бы не обращалась вокруг Земли. Возникающая при этом центробежная сила равна 20 000 миллиардов тонн, т. е. выражается цифрой, состоящей из двойки с шестнадцатью нулями справа. Не верёвкой, а таким прочным канатом, который мог бы выдержать нагрузку в 20 000 миллиардов тонн, надо было бы заменить силу притяжения Луны к Земле, если бы эта сила вдруг исчезла. Самый толстый стальной корабельный канат выдерживает груз весом в двести тонн. Значит, понадобилось бы сто миллиардов таких канатов для того, чтобы удержать Луну, движущуюся по круговой орбите вокруг Земли. Пришлось бы на всей поверхности земного шара, и на суше, и на дне океана, укрепить крючки на расстоянии полутора метров один от другого и прикрепить к каждому из них по стальному канату, толщиной в шесть сантиметров. Все они вместе составили бы канат, способный удержать Луну. Но этих канатов не может существовать, так как они порвались бы, не выдержав своей собственной тяжести. Ведь каждый канат длиной до Луны весил бы три миллиона тонн.

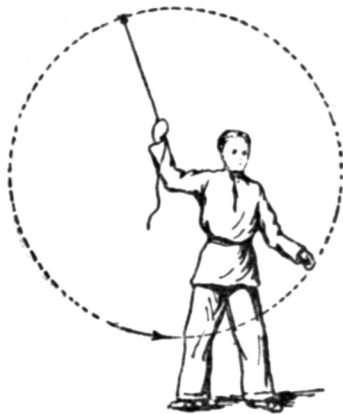


Рис. 4. Мальчик вращает гирию, привязанную к верёвке. Благодаря круговому движению гирия не приближается к руке, удерживающей конец верёвки, благодаря же натяжению верёвки эта гирия не удаляется от руки.

На Земле всякое движущееся тело в конце концов останавливается, так как его движение тормозится трением и сопротивлением воздуха. Луна же мчится по своей орбите в безвоздушном пространстве. Она ни с чем не соприкасается, и поэтому ничто не противодействует её движению. Пройдут годы, века и даже многие тысячелетия, а Луна всё так же будет двигаться вокруг Земли в качестве её спутника.

4. СОЛНЦЕ

Подобно тому, как Луна обращается вокруг Земли, сама Земля, вместе с Луною, мчится по орбите вокруг Солнца.

Расстояние Земли от Солнца — 150 миллионов километров. Оно в четыреста раз больше расстояния Луны от Земли. Один оборот вокруг Солнца Земля совершает ровно за год, двигаясь по своей орбите со скоростью в тридцать километров в секунду. Годом как раз и называется продолжительность обращения Земли вокруг Солнца. Это удобная мера времени, так как обращение длится всегда в точности одинаковый промежуток времени. Другая естественная единица времени — сутки, т. е. продолжительность одного оборота Земли вокруг своей оси.

Благодаря силе тяготения Земля притягивается к Солнцу и должна была бы упасть на Солнце, если бы не двигалась вокруг него по орбите. Говоря об этом движении, мы должны будем просто повторить всё сказанное в предыдущем параграфе о движении Луны. Различие лишь в том, что Землю к Солнцу притягивает сила, которая в 160 раз больше, чем сила, влекущая Луну к Земле.

Закон тяготения Ньютона сначала проверил по движению Луны, а затем вычислил, какова должна быть масса Солнца для того, чтобы его притяжение в точности равнялось центробежной силе. Другими словами, на основании закона всемирного тяготения Ньютон «взвесил» Солнце. Цифра получилась грандиозная. Масса Солнца оказалась больше, чем масса Земли в 330 тысяч раз. Во столько же приблизительно раз крупный гренландский кит, весящий сто тонн, тяжелее небольшой селёдки.

Размеры Солнца соответствуют его огромной массе: поперечник Солнца — 1,4 миллиона километров. Он больше поперечника Земли в 110 раз. Кажется же Солнце таких размеров, как Луна, лишь потому, что оно находится от Земли в четыреста раз дальше.

Длина окружности Солнца — 4,4 миллиона километров. Самолёту, который может облететь за трое суток вокруг Земли, пришлось бы около года лететь вокруг Солнца. Площадь поверхности Солнца в 12 тысяч раз, а объём в 1,3 миллиона раз больше поверхности и объёма нашей планеты. Представим себе шар таких размеров, как Солнце, но пустой внутри. В него поместилось бы около миллиона таких шариков, как Земля. Они наполнили бы его внутренность, как дробь заполняет стеклянную банку.

Солнце не только огромное, но и раскалённое тело. Температуру солнечной поверхности астрономы определили по её цвету; она равна 6 000 градусов. Цвет нагретого светящегося тела зависит только от его температуры. Раскаляемый в кузнечном горне кусок железа сначала становится тёмнокрасным, потом огненно-красным, затем желтоватым, а при очень высоких температурах нагревается, как говорят, до «белого каления». Кузнец по цвету железа судит о его температуре; мастер-сталевар по цвету расплавленной стали следит за температурой в печи.

Волосок электрической лампочки имеет температуру около двух тысяч градусов, но он значительно краснее поверхности Солнца. В этом вы можете легко убедиться, если зажжёте днём электрическую лампу. Её свет кажется не только слабым, но и красноватым по сравнению с дневным, т. е. солнечным, светом. Можно спокойно смотреть на пламя керосиновой лампы и даже на волосок электрической лампочки. С трудом удаётся смотреть на яркое пламя электросварки, но невозможно не зажмуриться, взглянув на Солнце.

С одного квадратного метра своей поверхности Солнце излучает такое количество света и тепла, какое даёт миллион электрических лампочек, питаемых электростанцией мощностью 60 000 киловатт (т. е. около 80 000 лошадиных сил). Со всей же своей поверхности Солнце излучает столько энергии, что, заменив её лампочками, пришлось бы в кочегарках электростанции ежесекундно сжигать в десятки тысяч раз большее количество угля, чем то, которое содержится во всех подземных залежах Донбасса. Только одна двухмиллиардная часть излучаемой Солнцем энергии попадает на нашу планету — Землю. И всё же днём всё залито ослепительным солнечным светом.

Часто говорят, что комната так хорошо освещена электрическими лампочками, что в ней «светло, как днём». В действительности же в освещённой электричеством ком-

нате в тысячи раз темнее, чем на улице в ясный солнечный день. Расчёт показывает, что в комнате площадью в 40 квадратных метров и высотой в $4\frac{1}{2}$ метра нужно было бы поместить 25 000 лампочек по 60 ватт (свечей) каждая для того, чтобы в ней на самом деле было светло, как в ясный день, в полдень, под открытым небом. Все стены и потолок комнаты оказались бы покрытыми лампочками, ввёрнутыми на расстоянии 8 сантиметров одна от другой.

Если бы собрать всё солнечное излучение, падающее в течение года на один квадратный метр Земли на экваторе, то его оказалось бы достаточно для того, чтобы вскипятить 400 литров воды, т. е. сорокаведёрную бочку. Собирая весь солнечный свет и тепло, падающее на площадь в четыре квадратных километра, мы получили бы такое же количество энергии, какое даёт гидроэлектростанция мощностью в миллион киловатт, работающая круглые сутки в течение всего года.

Солнце — неисчерпаемый источник энергии, но пока солнечной энергией недостаточно пользуются из-за того, что в недрах Земли ещё довольно много залежей каменного угля и нефти, использовать которые проще и дешевле.

Но и «белый уголь» — энергия рек и «голубой уголь» — энергия ветров и даже обычный чёрный уголь, добываемый из недр Земли, — всё это в конечном счёте — энергия солнечных лучей. Солнце нагревает поверхность морей и океанов, испаряя воду. Выпав затем на материке дождём и снегом, эта вода по руслам рек стекает обратно в моря, и если река перегорожена плотиной, то вода вертит машины гидроэлектрических станций. Иногда строят ветряные электростанции, наподобие ветряных мельниц. Ветер же возникает благодаря тому, что солнечные лучи неодинаково нагревают различные части поверхности земного шара.

Растения развиваются за счёт энергии солнечного тепла и света, воспринимаемой их листьями. Сжигая в печи дрова, мы используем ту солнечную энергию, которую накопило дерево, пока оно росло. Каменный уголь и нефть — это остатки растений, произраставших на Земле много миллионов лет тому назад.

Только некоторая доля попадающего на Землю солнечного света и тепла превращается в энергию рек и ветра или поглощается растениями, и лишь незначительную часть энергии рек, ветра и растений использует для своих нужд человечество.

5. ПЛАНЕТЫ

Как мы уже говорили, среди светил, видимых невооружённым глазом, в глубокой древности были замечены пять планет, блуждающих по звёздному небу. На первый взгляд они ничем не отличаются от ярких звёзд, но, присмотревшись, вы заметите, что планеты светят спокойным ровным светом, а звёзды непрерывно мигают и мерцают.

Невооружённому глазу звёзды кажутся очень похожими на планеты, но в действительности между ними нет ничего общего. Звёзды — это очень далёкие от нас огромные, раскалённые газовые шары вроде Солнца, а планеты — сравнительно небольшие шары, твёрдые и холодные, подобные нашей Земле.

В небольшой телескоп, приближающий рассматриваемые предметы в 50—60 раз, планета Юпитер кажется таких же размеров, как Луна для невооружённого глаза. На поверхности Юпитера при этом смутно видны наиболее крупные полосы и пятна. В большие же телескопы астрономических обсерваторий на поверхностях планет удаётся заметить много интересных подробностей.

Кроме пяти планет, видимых невооружённым глазом, удалось с помощью телескопа открыть ещё более полутора тысяч других, менее ярких планет. А кроме них, несомненно, существует ещё много тысяч неоткрытых малых планет.

Все планеты представляют собою твёрдые холодные тела, обращающиеся вокруг Солнца.

Девять наиболее крупных планет называются большими планетами, остальные — малыми планетами или астероидами.

Наша Земля принадлежит к большим планетам. Самая крупная из малых планет называется Церерой. Её диаметр около 770 километров. Другие астероиды ещё меньше, а поперечник самых маленьких известных нам астероидов составляет всего несколько километров. В помещённой ниже таблице приведены основные сведения о больших планетах. Планеты расположены в порядке их удаления от Солнца, начиная с самой близкой к нему.

Если Солнце изобразить шариком поперечником в 10 сантиметров, то планеты изобразятся, как показано на рис. 5.

Массы планет так велики, что за единицу измерения принята при составлении таблицы масса Земли, равная 6 000 триллионов тонн.

Название планеты	Расстояние планеты от Солнца в миллионах км	Диаметр планеты в км	Время обращения вокруг Солнца в годах	Скорость движения по орбите вокруг Солнца в км/сек	Масса планеты (масса Земли = 1)	Число известных спутников, обращающихся вокруг планеты
Меркурий . . .	58	5 000	0,24	47,8	0,04	0
Венера	108	12 400	0,62	35,0	0,81	0
Земля	149	12 742	1,00	29,7	1,00	1
Марс	228	6 770	1,88	24,1	0,11	2
Юпитер	778	139 560	11,86	13,0	317,0	11
Сатурн	1 426	115 100	29,46	9,64	94,9	9
Уран	2 868	51 000	84,01	6,80	14,7	4
Нептун	4 494	50 000	164,78	5,43	17,2	1
Плутон	5 917	6 000	248,8	4,3	0,5	0

Из таблицы видно, какое место занимает наша Земля в семье планет. Все планеты несравнимы с Солнцем по своим размерам или массам. Самая крупная из планет — Юпитер обладает массой в тысячу раз, а поперечником в десять раз меньшим, чем Солнце. Если бы Юпитер был яблоком, то Солнце было бы самой большой тыквой, а Земля горошинкой. Из всех же остальных планет, вместе взятых, не получилось бы и одного Юпитера.

Солнце вместе со всеми обращающимися вокруг него планетами называется солнечной системой. Лучше всего читатель уяснит себе строение солнечной системы, если мысленно представит себе её модель, уменьшённую в десять миллиардов раз по сравнению с действительными её размерами. Солнце в этой модели изобразится шаром диаметром в 14 сантиметров, Юпитер — шариком диаметром в 14 миллиметров, Земля и Венера — дробинками, чуть больше миллиметра поперечником, а Церера — пылинкой. Дробинку, изображающую Землю, в этой модели придётся поместить на расстоянии 15 метров от Солнца, Юпитер — на расстоянии 78 метров, а Плутон удалить на 600 метров. Таким образом, шар диаметром в 14 сантиметров, четыре шарика диаметром от 5 до 14 миллиметров, пять дробинки и полторы тысячи мельчайших пыли-

нок, рассеянных на площади свыше 100 гектаров, будут моделью солнечной системы. Нашу дробинку «Землю» в такой модели будет очень трудно отыскать.

Температура на поверхности планет тем выше, чем ближе они к Солнцу и чем, следовательно, сильнее нагре-

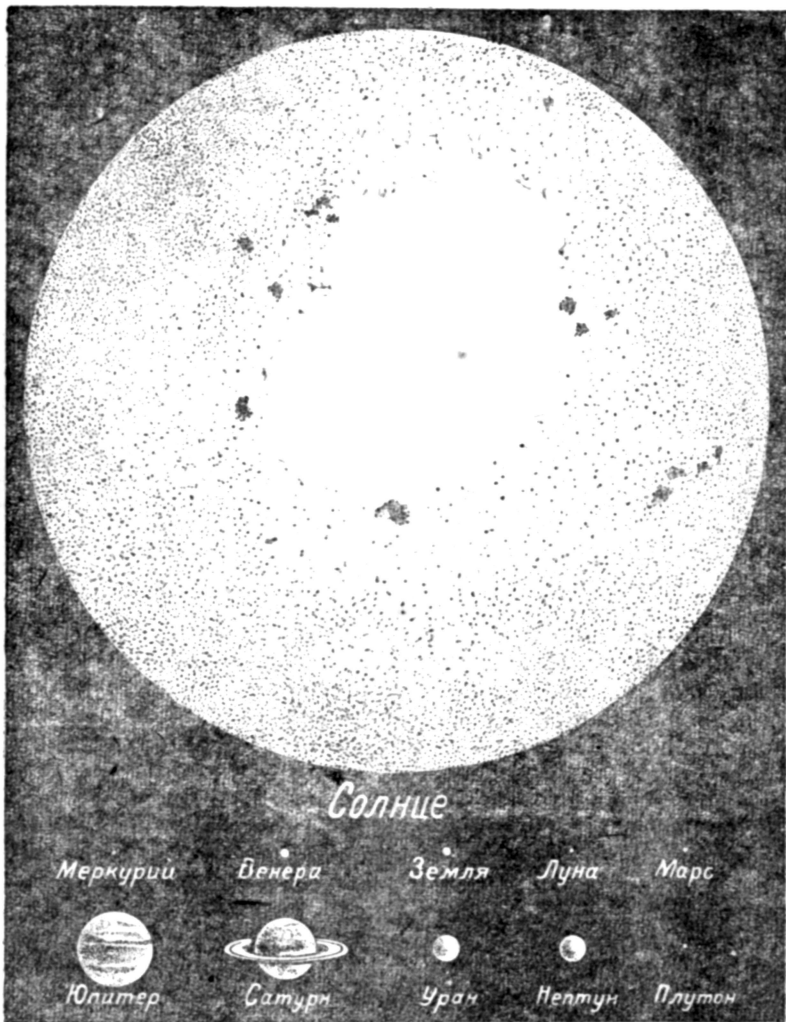


Рис. 5. Сравнительная величина Солнца и планет.

вают их солнечные лучи. Горячее всех поэтому Меркурий. На нём температура достигает 350 градусов и достаточно для того, чтобы расплавить свинец. На Марсе лишь вблизи экватора в полдень температура поднимается до 10 градусов выше нуля, а ночью и на экваторе бывают сильные морозы. На поверхности Юпитера температура около 140 градусов ниже нуля, а на Плуtone близка к так называемому абсолютному нулю температуры, т. е. к 273 градусам ниже нуля. Наиболее удобная для человека температура на нашей Земле; в среднем она равна 15 градусам выше нуля.

Все большие планеты, за исключением Меркурия, окружены газообразными атмосферами. Большинство больших планет, в том числе и Земля, имеют спутников. Наиболее многочисленны спутники Юпитера, причём два самых крупных из них обладают размерами Меркурия.

6. ЗВЁЗДЫ

Таковы планеты. Совсем другое представляют собою звёзды. Даже в небольшую зрительную трубу ближайшие к нам большие планеты кажутся светлыми кружочками или серпиками, но звёзды и в самый сильный телескоп выглядят точками. Чем больше телескоп, тем ярче кажутся в него звёзды и тем более слабые звёзды в него заметны, но ни одна звезда ни в один из существующих телескопов не видна в виде кружка. Происходит это потому, что звёзды очень далеки от нас.

Для того, чтобы хотя бы ближайшие звёзды казались кружочками, а не точками, нужно построить телескоп в пять раз больше самого крупного из существующих. А ведь и современные телескопы являются буквально чудом техники. Представьте себе огромную пятнадцатиметровую трубу такого диаметра, что в неё мог бы въехать паровоз. Сложный механизм плавно поворачивает эту трубу вслед за звездой; труба безотказно управляется электрическими кнопками, которые нажимает астроном. Таков именно крупнейший в мире телескоп, недавно установленный в Соединённых Штатах Америки. Это самый дорогой из научных приборов. Наиболее ценная его часть — круглое вогнутое зеркало, диаметром в 5 метров, отполированное настолько точно, что его поверхность нигде не отличается от заданной формы больше, чем на тысячные доли толщины человеческого волоса. От качества

этого зеркала зависят все достоинства телескопа. Телескоп, о котором мы рассказали, собирает в триста тысяч раз большее количество света звезды, чем то, которое непосредственно попадает в глаз смотрящего на звезду человека. Поэтому с его помощью можно увидеть звёзды в триста тысяч раз более слабые, чем видимые невооружённым глазом.

Звёзды находятся несравненно дальше от нас, чем планеты. Самая близкая к нам звезда, называемая Проксима Центавра, находится от Земли в 270 тысяч раз дальше, чем Солнце. «Проксима» по-латыни значит «ближайшая», «Центавр» — название созвездия, в котором находится эта звезда.

Бесполезно называть цифры расстояний до звёзд, выраженные в километрах. Они будут слишком велики для того, чтобы быть наглядными. Поэтому мы будем выражать расстояния до звёзд в световых годах, т. е. примем за единицу измерения такое расстояние, которое свет проходит за год. Ничто в мире не распространяется быстрее, чем свет, а со скоростью света распространяются все виды излучения, в том числе и радиоволны. Луч света за одну секунду проходит триста тысяч километров. Путь от Солнца до Земли он пробегает за восемь минут, а до Плутона доходит за пять с половиной часов. В течение года свет проходит девять с половиной миллиардов километров (9 540 000 000 000 км); это и есть длина одного светового года.

Расстояние до звезды Проксима Центавра равно 4,25 световых лет, т. е. 40 000 000 000 000 км. Так как свет от неё идёт к нам 4,25 года, то мы видим её такой, какой она была четыре с четвертью года назад. Если на этой звезде что-либо произойдёт, то нам об этом станет известно через четыре с лишним года, когда свет, испущенный ею во время этого происшествия, дойдёт до нас.

Большинство звёзд, видимых невооружённым глазом, находится на расстояниях от 10 до 1000 световых лет от нас, но есть среди едва заметных звёзд и такие, которые удалены на 5 000 световых лет и всё-таки видны без помощи телескопа.

Какой же огромной должна быть действительная яркость звёзд, если они видны на таких громадных расстояниях. Можно вычислить, что Солнце казалось бы таким же, как наиболее яркие звёзды, если бы оно находилось на таком же расстоянии от Земли, как Проксима Центавра.

Если же удалиться от Солнца на расстояние в 50 световых лет, то оно будет казаться слабой звёздочкой, которую с трудом сможет заметить лишь самый зоркий глаз. На расстоянии же 50 000 световых лет Солнце не удалось бы увидеть и в самый сильный телескоп.

Звёзды, видимые нами на таких громадных расстояниях, должны быть очень яркими светящимися телами. Одни из них в десятки тысяч раз ярче Солнца, другие в тысячи раз слабее, но всё это огромные раскалённые светящиеся тела, и само наше Солнце — это одна из звёзд.

Вероятно, большинство звёзд, подобно Солнцу, окружено обращающимися вокруг них планетами, но яркость этих планет так мала, что их невозможно заметить ни в какой телескоп. Лишь на основании некоторых признаков удалось около нескольких звёзд обнаружить планеты, и то не такие мелкие, как наша Земля, а значительно большие, чем Юпитер.

Лишь в тех случаях, когда спутником звезды является другая звезда, т. е. такое же, как и она, раскалённое светящееся тело, нам удаётся проследить его движение по орбите вокруг главной звезды. Такие звёзды называются двойными.

Теперь, когда вы познакомились с расстояниями до звёзд, вас не должно удивлять, что в самые сильные телескопы звёзды кажутся точками, хотя диаметры некоторых из них достигают сотен миллионов километров. Ведь они удалены от нас на сотни миллиардов километров.

7. ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ ЗВЁЗДЫ?

Некотрые звёзды имеют цвет такой же, как Солнце, и, значит, температура их такая же. Другие звёзды краснее Солнца и, следовательно, они холоднее его. Есть и голубые звёзды, которые значительно горячее, чем Солнце.

Самые холодные звёзды красного цвета. Температура их поверхности около двух тысяч градусов. Интересно, что более холодных звёзд вообще не встречается. Звёзды с температурой в десять и больше тысяч градусов — голубого цвета. Самые горячие звёзды имеют температуру на поверхности в сто-полтораста тысяч градусов, и они тоже голубые.

Но ещё горячее звёзды внутри — чем глубже, тем температура выше. Например, на Солнце она увеличивается

приблизительно на десять градусов на каждый километр глубины, а в центре достигает десятков миллионов градусов.

При температуре в несколько тысяч градусов все вещества находятся в газообразном состоянии. Ни одно вещество не может быть жидким или твёрдым при ещё более высоких температурах, господствующих в звёздных недрах. Даже такие тугоплавкие вещества, как железо и другие металлы, мы наблюдаем во внешних слоях звезды в виде раскалённых паров. Поэтому совершенно очевидно, что звёзды представляют собою огромные газовые раскалённые шары.

Учёные химики установили, что в природе существует 92 основных вещества, которые они назвали «элементами». Из этих элементов состоят все остальные вещества. Сами же элементы — простые вещества, т. е. не состоят ни из каких других веществ. Водород, кислород, углерод, азот, железо, сера, серебро, золото — элементы. Вода, дерево, ржавчина — сложные вещества. Сложных веществ очень много, так как из 92 элементов образуются сотни тысяч различных химических соединений.

При очень высокой температуре все вещества разлагаются на составляющие их элементы. Поэтому на звёздах не может существовать сложных веществ. Газ звезды — это просто смесь паров различных элементов, и лишь в самых холодных звёздах с температурами в две-три тысячи градусов встречаются в небольшом количестве пары простейших сложных веществ, или химических соединений.

Ещё сто лет назад казалось, что совершенно невозможно определить состав газа на звёздах, так как нельзя добыть и доставить в лабораторию со звезды образчик её газа. Но в середине прошлого столетия был изобретён новый способ определения состава вещества. Способ этот называется «спектральным анализом». Этим способом исследуется не само вещество, а свет, который оно излучает, будучи нагрето до высокой температуры.

Спектральный анализ оказался настолько точным, что зачастую химики, вместо того, чтобы исследовать образец какого-либо вещества, сжигают его и наблюдают свечение пламени, в котором оно горит. Газ звезды нагрет и излучает свет. Значит, путём спектрального анализа астрономы могут точно определить состав звёздного газа. При этом совершенно безразлично, близка к нам звезда или далека, большая она или маленькая, яркая или сла-

бая. Существенно только одно — суметь собрать достаточное количество света звезды. Если звезда слабая, то для этого нужно использовать большой телескоп, если же она яркая, то и маленький телескоп соберёт нужное количество света:

Определив состав звёзд, астрономы установили, что ни на одной звезде не обнаружено ни одного элемента, которого нет на Земле. Был, правда, случай, когда на Солнце удалось найти элемент, неизвестный до этого. Его называли «гелий», так как по-гречески Солнце — Гелиос. Однако, через 25 лет газ гелий был найден и на Земле, а вскоре научились добывать его в больших количествах и теперь им наполняют дирижабли.

В наибольшем количестве на звёздах содержатся лёгкие газы — водород и гелий, а наиболее тяжёлых элементов не удаётся обнаружить вовсе. Нет, например, урана, тория, радия, платины и др. Но это вполне естественно, так как мы наблюдаем только наружные слои звезды и определяем их состав, а тяжёлые газы должны находиться ниже — в глубоких недрах звезды.

Астроном, вооружённый мощным телескопом, проникает в глубины пространства до расстояний в сотни миллионов световых лет и нигде — ни в мельчайшей пылинке, ни в величайшей звезде, ни в огромных скоплениях десятков миллиардов звёзд, — он не находит ни одного элемента, которого не было бы на нашей Земле. Весь мир построен из одних и тех же элементов.

Простые вещества, называемые элементами, тоже не так просты, как это казалось учёным ещё сто лет назад. На самом деле, каждый элемент состоит из мельчайших частиц — атомов, а каждый атом очень сложен. Атом любого вещества состоит из двух видов частиц и очень напоминает по своему устройству солнечную систему. Одного вида частицы называются протонами и нейтронами, другого — электронами. Все протоны и нейтроны в атоме находятся в одном месте и образуют центральное ядро, а электроны обращаются вокруг ядра так же, как планеты вокруг Солнца.

Атомы различных элементов отличаются друг от друга своими ядрами, а вместе с тем и числом электронов, обращающихся вокруг ядра. Так, например, у атома водорода 1 электрон, у гелия — 2, у кислорода — 8, у железа — 26, у золота — 79, у урана — 92. Больше 92 электронов не имеет ни один элемент.

Протоны, нейтроны и электроны являются как бы теми кирпичами, из которых построено всё в мире. Но нельзя ли разобрать какой-либо элемент на составляющие его кирпичи и из них построить другой элемент, например, превратить железо в золото?

Вообще говоря, можно. Но для этого нужно суметь расщепить каждый атом на составляющие его части. Проще всего это сделать, нагрев вещество. При температуре в несколько тысяч градусов сложные вещества распадутся на составляющие их элементы, а при температуре в несколько десятков миллионов градусов атомы элементов распадаются на составляющие их основные частицы.

Но на Земле такие температуры создавать, конечно, не удаётся. Температуры в десятки миллионов градусов существуют в центральных частях звёзд, и элементы там могут превращаться друг в друга.

Учёные вычислили, например, что при температуре в 20 миллионов градусов водород будет превращаться в гелий. При этом должны выделяться огромнейшие количества энергии. Три килограмма водорода, обратившись в гелий, дадут тепла столько же, сколько мы получим при сжигании миллиона тонн угля.

Как видите, учёные разгадали, какое «топливо» сгорает в солнечной «кочегарке» и порождает то громадное количество света и тепла, излучаемое с поверхности Солнца.

Для поддержания излучения Солнца каждую секунду должно превращаться в гелий 500 миллионов тонн водорода, а за год — 15 000 миллиардов тонн. Поэтому возникает вопрос, не погаснет ли скоро Солнце, израсходовав свои запасы «топлива»? Нет, этого не случится. Масса его так велика, что если оно хотя бы на половину состоит из водорода, то этого запаса хватит по крайней мере на 100 миллиардов лет. А ведь человек появился на Земле всего лишь несколько сотен тысяч лет назад.

8. ЗВЁЗДЫ-ГИГАНТЫ И ЗВЁЗДЫ-КАРЛИКИ

Не зная расстояния до звезды, нельзя определить, какова её действительная яркость. Звезда может быть значительно ярче Солнца, но казаться слабее, потому что она очень далека. А может быть, она на много слабее Солнца, но зато находится от нас сравнительно близко. Зная же расстояние до звезды, легко вычислить, во сколько раз она ярче или слабее Солнца, т. е. узнать, ка-

ким бы казалось по сравнению с нею Солнце, если бы их поместить рядом.

Астрономы измерили расстояния до десятка тысяч звёзд и вычислили их действительные яркости. Большинство этих звёзд оказалось «гигантами», которые в тысячи раз ярче Солнца, но встречаются среди них «карлики», в тысячи раз слабее Солнца.

В созвездии Лебеда есть красивая голубая звезда Денеб. Она находится от нас на расстоянии 700 световых лет и кажется одной из самых ярких звёзд на небе. Действительная же яркость её в десять тысяч раз больше яркости Солнца. Ещё ярче, чем Денеб, звезда Канопус. Она излучает света и тепла в 80 тысяч раз больше, чем Солнце, а есть звёзды в 300 тысяч раз ярче Солнца. Но есть звёзды и в 400 тысяч раз слабее Солнца и в 100 миллиардов раз слабее, чем самые яркие звёзды. Если бы такую звезду поместить на месте Солнца, то жителям Земли казалось бы, что их освещает и согревает костёр, находящийся на расстоянии нескольких километров. Если же, наоборот, Солнце стало бы излучать столько света и тепла, как Канопус, то Земля обратилась бы в облако раскалённого газа, имеющего температуру в 5 тысяч градусов.

Если бы самую яркую и самую слабую звезду поместить рядом, то они различались бы сильнее, чем Солнце и Сатурн. А ведь Сатурн днём, когда светит Солнце, вообще не заметен.

Почти все звёзды, доступные невооружённому глазу, намного ярче Солнца. Но из этого вовсе не следует, что в звёздном мире чаще встречаются звёзды-гиганты, чем звёзды-карлики. Наоборот, подавляющее большинство звёзд — слабые карлики, а яркие гиганты являются редкими исключениями.

Солнце не принадлежит ни к очень ярким, ни к очень слабым звёздам. Астрономы, условно разделяя все звёзды на «гигантов» и «карликов», относят Солнце к «карликам», а звёзды в несколько десятков раз более яркие, чем Солнце, считают уже «гигантами». Поэтому на языке астрономов Солнце называется «жёлтым карликом».

Самые яркие звёзды не обязательно должны быть самыми большими, так как действительная яркость звезды вовсе не характеризует её размеров. Звезда может быть маленькой, но горячей и поэтому яркой, или, наоборот, большой, но холодной и поэтому слабой.

Измерив по цвету звезды её температуру и зная её действительную яркость, астроном может определить размер звезды. Ведь ему известно, сколько света с одного квадратного сантиметра поверхности излучает нагретое тело при различных температурах.

У горячих звёзд-гигантов, как, например, у Денеба, имеющего температуру в 10 тысяч градусов, большая яркость обусловлена большими размерами и тем, что температура их значительно выше солнечной.

Но есть звёзды, яркость которых очень велика, несмотря на то, что температура их низкая. Размеры таких звёзд чрезвычайно велики. Например, звезда Антарес в созвездии Скорпиона имеет температуру в 3100 градусов, но она ярче Солнца в три тысячи раз. Диаметр Антареса в 480 раз больше солнечного. Если изобразить Солнце дробинкой, то шар, изображающий звезду Антарес, не уместился бы на рисунке. Поэтому, чтобы сравнить величину Солнца с величиной Антареса, на рис. 6 Солнце сравнивается со звездой Денеб, а на рис. 7 звезда Денеб со звездой Антарес. Если Денеб изобразить шаром поперечником в 80 миллиметров (слева на рис. 6), то Солнце изобразится дробинкой поперечником в 2 миллиметра (справа на рис. 6). Но если тот же Денеб изобразить шариком поперечником в 5 миллиметров (справа на рис. 7), то Антарес изобразится шаром поперечником в 60 миллиметров (слева на рис. 7). Если бы поместить на место Солнца Антарес, то внутри него могли бы поместиться орбиты, по которым движутся вокруг Солнца планеты Меркурий, Венера, Земля и Марс (рис. 8), а Юпитер находился бы так близко от поверхности звезды, что температура на нём была бы выше полутора тысяч градусов, т. е. достаточна для того, чтобы расплавить железо.

Горячие, но слабые звёзды должны, наоборот, иметь небольшие размеры. Примером может служить так называемая звезда ван-Маанена, имеющая температуру в 7 500 градусов и размеры меньше Земли. Если бы Солнце имело размеры медного пяка, то звезда ван-Маанена была бы пылинкой, а Антарес был бы величиною с пятиэтажный дом.

Однако, оставим крайности и не будем далее приводить примеров исключительно больших и ярких или исключительно маленьких и слабых звёзд, а обратимся к рядовым представителям звёздного мира.

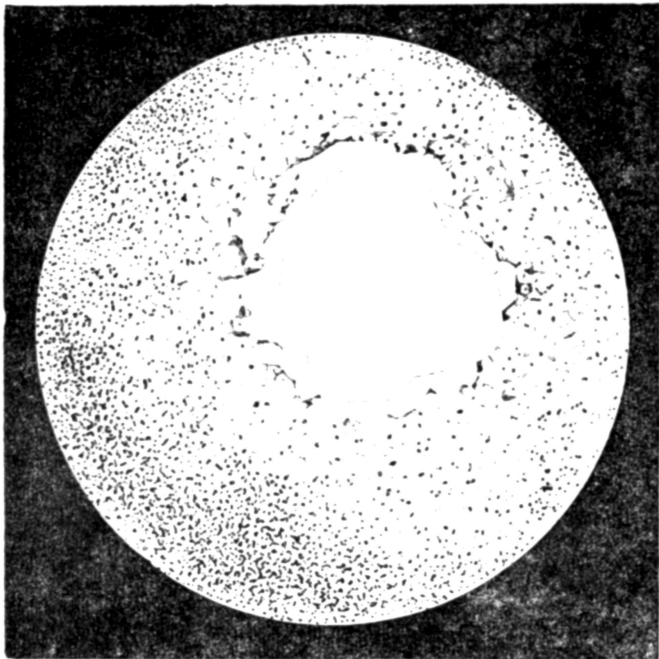


Рис. 6. Сравнительная величина Денеба (слева) и Солнца (справа).

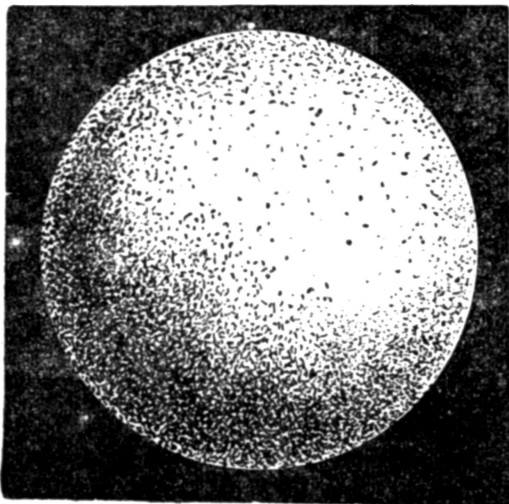


Рис. 7. Сравнительная величина Антареса (слева) и Денеба (справа).

Проще всего для этого пересмотреть по порядку все звёзды, расположенные не дальше, чем за десять световых лет от Солнца. Их во всяком случае несколько десятков, а, может быть, даже и около сотни. До сих пор не удалось составить полного списка этих звёзд, так как очень трудно находить самые слабые звёзды — карлики. Ярче

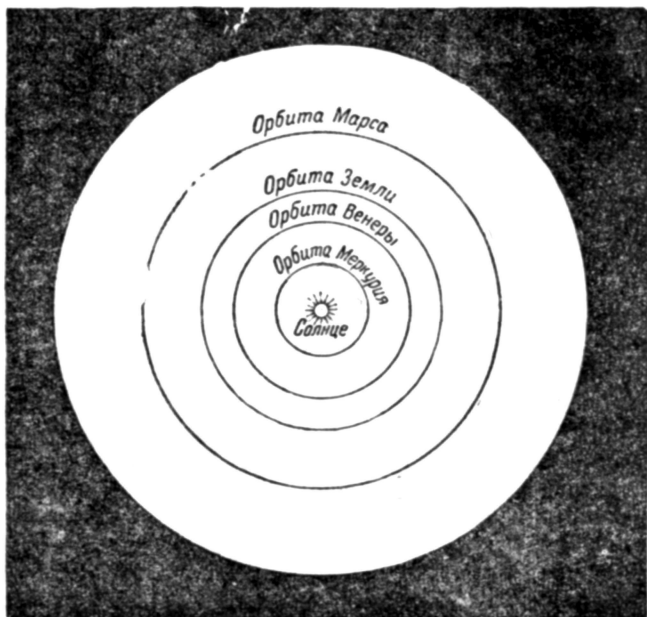


Рис. 8. Антарес — звезда-гигант по сравнению с орбитами планет.

Солнца из числа этих звёзд только две: Сириус и Альфа Центавра. Сириус ярче Солнца в 26 раз, а Альфа Центавра всего только на $\frac{1}{8}$ его яркости.

Все остальные близкие к нам звёзды слабее Солнца, причём большинство в тысячи и даже в десятки тысяч раз. Почти все эти слабые звёзды красного цвета и, следовательно, имеют температуры в 2—3 тысячи градусов, но есть среди них и несколько белых звёзд-карликов, обладающих температурами в 8—10 тысяч градусов.

Даже из этого краткого обзора видно, что большинство звёзд значительно холоднее и тусклее, чем Солнце, хотя само Солнце выглядело бы, как свеча по сравнению

с маяком, если бы оказалось рядом с каким-нибудь сверхгигантом, вроде Канопуса.

Смотря издали на большие звёздные скопления, содержащие миллиарды различных звёзд, астрономы установили, что все они жёлтого цвета, как Солнце. Это происходит потому, что большую часть света излучают в них жёлтые карлики. Жёлтых карликов, правда, не так много, как красных и белых, но зато они значительно ярче этих звёзд. Гиганты же встречаются так редко, что их излучение в общей массе звёзд почти незаметно.

Смотря из лодки на песчаный берег моря, вы не видите отдельных песчинок, а замечаете лишь крупные камни. Однако, общий фон создают всё-таки не камни, а песчинки, и вы, конечно, скажете, что берег покрыт песком. Вы не согласитесь и с тем, кто говорит, что берег покрыт пылью, хотя мелких пылинок среди песка в тысячи раз больше, чем песчинок. Но ведь они очень мелки и поэтому незаметны.

Жёлтые карлики в звёздном мире встречаются так же часто, как песчинки на песчаном берегу, гиганты — редки, как мелкие камешки, а такие сверхгиганты, как Канопус, встречаются не чаще, чем крупные камни на хорошем пляже. Слабые же карлики, красные и белые, незаметны на фоне жёлтых карликов, как пыль среди песка. Мы видим, следовательно, что Солнце, кажущееся таким грандиозным по сравнению с Землёю, занимает в звёздном мире не только скромное, но даже почти незаметное место.

Яркость и размеры звёзд, как мы уже знаем, различаются очень сильно. Гораздо меньше различаются массы звёзд, хотя, обычно, чем ярче звезда, тем она массивнее.

Редко удаётся встретить гиганта с массой, вдесятеро большей, чем у Солнца, и ещё реже карлика с массой, вдесятеро меньшей, чем у Солнца. У большинства же звёзд массы отличаются от солнечной лишь в несколько раз. Огромный Антарес имеет массу всего лишь в 40 раз большую, чем Солнце, а маленькая звезда ван-Маанена лишь немногим меньшую, чем Солнце. Тонна вещества занимает на Солнце в среднем объём около трёх четвертей кубического метра, на Антаресе три миллиона кубических метров, а на звезде ван-Маанена — всего лишь 2,5 кубических сантиметра, т. е. поместилась бы в напёрстке. Вещество Антареса в среднем только в тысячу раз разреженнее, чем воздух, тогда как вещество внутри звезды ван-Маанена в 20 тысяч раз плотнее золота (рис. 9).

Астрономам долгое время казалось загадкой, как может существовать вещество, да притом ещё газообразное, в десятки тысяч раз более плотное, чем самые тяжёлые металлы. Но лет пятнадцать назад физики пришли к заключению, что при некоторых условиях газ может находиться в состоянии так называемого «вырождения» и иметь огромные плотности. Проверить это на опыте было невозможно, так как «вырождение» газа должно наступать при таких громадных давлениях, которые нельзя создать в лаборатории. Но то, что недоступно при скромных средствах наших земных лабораторий, давно осуществляется в «небесной лаборатории» астрономов, т. е. наблюдается на звёздах. Вещество белых звёзд-карликов, обладавшее исключительно большой плотностью, и оказалось именно тем «вырожденным» газом, существование которого физики теоретически предсказали.

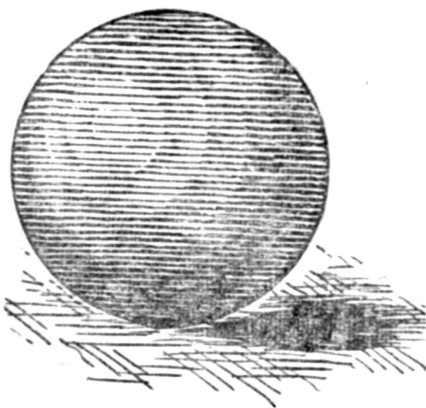


Рис. 9. Шарик из сверхплотного вещества звезды ван-Маанена с поперечником в 42 миллиметра если бы 16 тонн. На Антаресе такое же количество вещества занимало бы 50 миллионов кубических метров.

9. ЧТО ПРОИСХОДИТ НА ЗВЁЗДАХ?

Присматриваясь внимательно в телескоп к поверхности Солнца, можно заметить, что вся она покрыта лёгкой рябью. Маленькие, чуть более светлые, чем окружающий фон, зёрнышки видны на ней везде. Поверхность Солнца выглядит примерно так, как густая рисовая каша, в которой белые зёрна риса слегка выделяются на чуть более тёмном фоне молока. Зёрнышки эти кажутся очень маленькими, но в действительности они имеют около тысячи километров в поперечнике и представляют собою огромные массы газа, взлетающие вверх со скоростью пушечного снаряда. Такой кажется нам вся поверхность Солнца потому, что она бурлит, как вода в котле. И неудивительно: ведь в Солнце температура очень быстро растёт

с глубиной, и газ не может находиться в покое так же, как вода в котле, подогреваемом снизу.

Но кроме этой «мелкой» ряби на поверхности Солнца часто видны и огромные вихри с поперечниками в несколько десятков тысяч километров. Так же, как и всё Солнце, эти вихри состоят из раскалённого газа, но температура их (4—5 тысяч градусов) немного ниже температуры поверхности Солнца. Поэтому они кажутся в те-

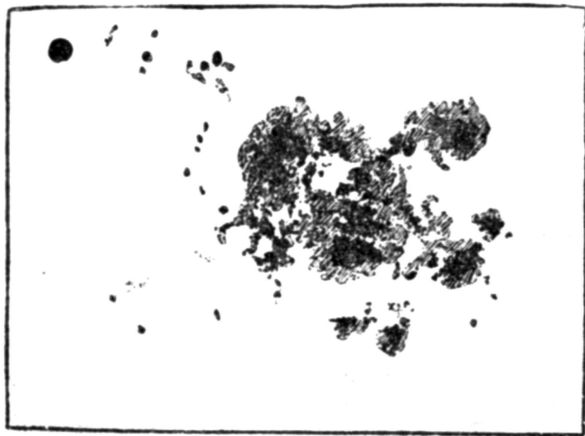


Рис. 10. Большая группа солнечных пятен, наблюдавшаяся 8 августа 1917 г. Чёрным кружком в углу показаны относительные размеры Земли.

лескоп тёмными и даже почти чёрными пятнами на ослепительно яркой поверхности Солнца (рис. 10).

Самое крупное пятно, наблюдавшееся на Солнце, имело поперечник около 200 тысяч километров. Более трёхсот таких шариков, как Земля, уложилось бы на нём в один слой. Это пятно просуществовало полтора года, а более мелкие солнечные пятна возникают и исчезают за время от нескольких дней до нескольких месяцев.

По внешнему виду солнечное пятно кажется сравнительно спокойным: форма и размеры его иногда месяцами не изменяются, в нём не наблюдается ветров, дующих со скоростью больше 2 километров в секунду. Астрономы считают такую скорость небольшой. А ведь на Земле при самом сильном урагане, когда сносят крыши с домов, ветер дует со скоростью лишь 30—40 метров в секунду.

Количество пятен на Солнце не всегда одинаково. В некоторые годы пятен очень много, а в другие — их почти нет. Один астроном-любитель в течение сорока лет старательно наблюдал в небольшой телескоп солнечные пятна. Он заметил, что наибольшее количество пятен бывает на Солнце через каждые одиннадцать лет. Впоследствии выяснилось, что такую же одиннадцатилетней периодичностью, т. е. повторяемостью, обладают и другие явления, происходящие на Солнце.

Временами над поверхностью Солнца поднимаются словно огромные яркочерные огненные языки или струи

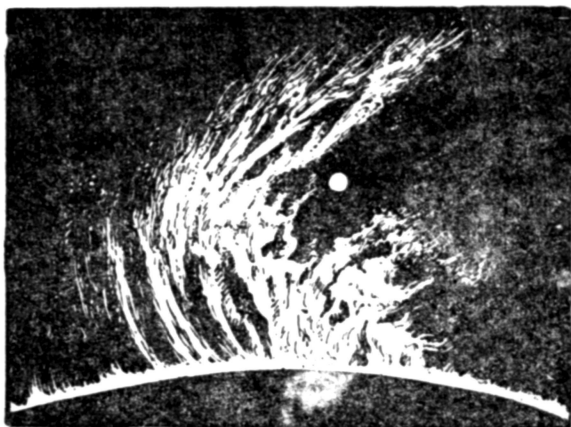


Рис. 11. Протуберанец на краю Солнца. Высота протуберанца 235 тысяч километров. Сравнительные размеры Земли показаны белым кружком.

гигантских фонтанов причудливой формы, так называемые протуберанцы (рис. 11). Они взмывают вверх с чрезвычайно большой скоростью. Так, например, в 1937 году очень крупный протуберанец поднялся на высоту почти двух миллионов километров над поверхностью Солнца в течение нескольких часов. Его скорость достигала 400 километров в секунду, т. е. он двигался в 3000 раз быстрее самолёта. Протуберанцы не видны даже и в телескопы, так как сливаются с ярким фоном дневного неба. Но во время полного солнечного затмения большие протуберанцы заметны и без телескопа (рис. 12).

Все эти бурные явления мы видим на Солнце потому, что находимся от него очень близко. Находись Солнце от

нас даже на таком расстоянии, как ближайшая звезда, мы ничего подобного не заметили бы. Нам казалось бы, что Солнце представляет собою совершенно спокойно сияющий раскалённый газовый шар, такой, какими кажутся все жёлтые звёзды-карлики — родные сёстры нашего Солнца.

Большинство звёзд сохраняет свои яркости неизменными на протяжении многих тысяч лет. Поэтому подме-

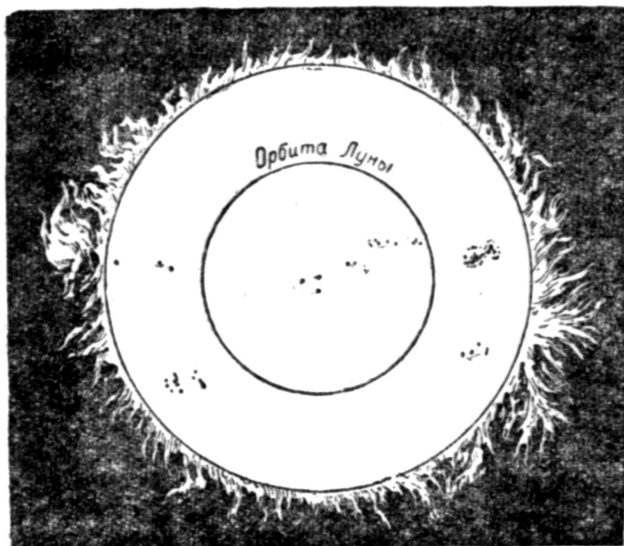


Рис. 12. Солнце, окружённое протуберанцами. Диск Солнца изображён таким, каким он виден в телескоп вне затмений, а протуберанцы — такими, какими они бывают видимы во время полных солнечных затмений. Для сравнения на диске Солнца изображена орбита Луны.

тить изменения яркостей таких звёзд чрезвычайно трудно. Но сравнивая между собой звёзды различных яркостей и размеров, учёные астрономы смогли составить себе представление о жизненном пути звёзд, т. е. о постепенном их развитии.

Оказалось, что звёзды не являются вечно неизменными. Существуют звёзды молодые, звёзды «среднего возраста» и звёзды старые. Звёзды рождаются, живут и умирают. Они рождаются, образуясь из скопления чрезвычайно разреженных газов, выделяющихся из некоторых необычных звёзд, о которых будет рассказано ниже. Сна-

чала температура молодой звезды сравнительно невелика — около 3000 градусов, а размеры огромны; это типичная красная звезда-гигант. Затем звезда постепенно всё более и более уплотняется, уменьшаясь в своих размерах. При этом температура её сначала увеличивается, а затем, достигнув наивысшего предела, начинает уменьшаться. Из красной звезда делается оранжевой, затем жёлтой, потом белой, а иногда даже голубоватой. А потом она опять постепенно краснеет и становится звездой-карликом. Сделавшись маленькой и красной, звезда постепенно «умирает», т. е. перестаёт светиться и быть видимой. При этом она, повидимому, покрывается твёрдой непрозрачной корой, напоминающей земную кору в период её образования.

Но есть звёзды, поверхность которых бурлит настолько сильно, что даже на расстоянии сотен световых лет астроному удаётся это заметить; конечно, не прямо увидеть: ведь сама звезда в любой телескоп нам кажется только точкой, — но всё же удаётся как-то обнаружить по некоторым косвенным признакам. Существуют и ещё более бурные звёзды, которые сами то вздуваются, то сжимаются, как бы пульсируют, и при этом в несколько раз изменяют свою яркость. Эти звёзды называются переменными.

У некоторых переменных звёзд пульсация (т. е. их вздутие и сжатие) длится годы. У других же она совершается в течение нескольких часов. Все переменные звёзды являются гигантами, а, пожалуй, даже правильнее сказать, что они — сверхгиганты, так как их яркости в тысячи и в десятки тысяч раз больше яркости Солнца.

Представьте себе громадную звезду, в сорок раз большую, чем Солнце, поперечник которой за двое суток увеличивается на 5 миллионов километров, а затем снова уменьшается. Яркость её то возрастает, то ослабевает, как у костра, в который временами подбрасывают охапки хвороста. Такова одна из типичных переменных звёзд.

У некоторых переменных звёзд пульсация происходит с правильностью часового механизма. У других, наоборот, яркость то возрастает, то опять ослабевает через самые неопределённые промежутки времени. Есть и такие звёзды, у которых через неправильные промежутки времени в несколько десятков лет происходят чрезвычайно мощные извержения раскалённого газа. В момент извержения яркость звезды внезапно возрастает раз в сто. Когда же оно кончается и изверженный из звезды газ

рассеивается в пустоте мирового пространства, звезда снова возвращается к своей первоначальной яркости.

Ещё более грандиозные извержения происходят у так называемых «новых» звёзд. Звезда, будучи таким же карликом, как Солнце, или немножко ярче и горячее, совершенно неожиданно и внезапно начинает вздуваться. Её поперечник увеличивается при этом на 2—3 тысячи километров за одну секунду, но температура её поверхности остаётся неизменной. Звезда растёт и ширится в течение нескольких суток и достигает приблизительно таких же размеров, как Антарес, о котором мы уже говорили. И тут происходит нечто неожиданное: этот огромный раздувшийся гигант вдруг становится насквозь прозрачным и внутри его обнаруживается маленькая звёздочка. По размерам эта звёздочка немногим больше, чем Земля, но температура её поверхности выше ста тысяч градусов.

Огромная оболочка, казавшаяся нам раньше самой звездой, продолжает расширяться и дальше, становясь при этом всё разреженнее и прозрачнее. Через два-три года её поперечник достигает сотен миллиардов километров, и оболочка кажется туманным облаком, окружающим маленькую горячую звезду. Наконец, это облако совсем рассеивается в пространстве и остаётся одна только звёздочка.

Причин вспышки «новых» звёзд мы пока не знаем. Если бы Солнце вспыхнуло, как «новая» звезда, то уже через десять минут его поперечник возрос бы вдвое, и на Землю от Солнца стало бы падать вчетверо больше света и тепла. Через сутки Земля окунулась бы в раскалённый газ расширяющейся оболочки Солнца. А ещё через несколько суток, поглотив и Марс, но ещё не достигнув Юпитера, оболочка стала бы делаться насквозь прозрачной. Когда же оболочка рассеялась бы в пространстве, нашу планету стало бы освещать обновлённое Солнце, такой же приблизительно яркости, но очень маленькое и очень горячее.

История Земли изучена на протяжении двух миллиардов лет, и за этот срок Солнце ни разу не вспыхивало, как новая звезда. Это даёт нам основание предполагать, что Солнце не принадлежит к типу звёзд, у которых могут случаться вспышки.

Очень редко, но всё же случаются в звёздном мире катастрофы, несравненно более грандиозные, чем вспышки новых звёзд. Они носят название вспышек «сверхновых» звёзд.

При вспышке «сверхновой» звезды извергается газа и излучается световой и тепловой энергии приблизительно в 10 тысяч раз больше, чем при возгорании «новой» звезды. При такой вспышке звезда теряет около половины своей массы и энергии и, следовательно, это наибольшая из катастроф, какие вообще могут постигнуть звезду. Вспышки «сверхновых» звёзд видны в телескоп на расстоянии миллионов световых лет. Газ, изверженный при вспышке «сверхновой» звезды, виден как туманная оболочка, окружающая звезду, даже через сотни тысяч лет и поэтому большую «сверхновую» звезду легко узнать. Одна из таких звёзд находится сравнительно не очень далеко от Земли. Она возгорелась около тысячи лет назад, и в древней китайской летописи описывается, как на небе появилась звезда, которая светила ярко, как Луна.

10. ВСЕЛЕННАЯ НЕОБЪЯТНА И ВЕЧНА

Звёзды распределены в пространстве неравномерно. Они образуют как бы огромные звёздные облака, находящиеся очень далеко одно от другого. Наше Солнце тоже входит в состав одного из таких звёздных облаков. Это скопление называется Галактикой.

Галактика содержит около 30 миллиардов звёзд. Звёзды эти рассеяны в пространстве на очень больших расстояниях друг от друга: от одной звезды до соседней свет идёт несколько лет. Например, ближайшая к Солнцу звезда находится от него на расстоянии несколько более четырёх световых лет.

Чтобы представить размеры Галактики, построим модель, в которой Солнце изобразим пылинкой диаметром в одну сотую миллиметра. Тогда расстояние «Земли» от «Солнца» будет всего лишь один миллиметр, а годовой путь Земли вокруг Солнца, равный в действительности почти миллиарду километров, превратится в окружность, величиной в булавочную головку. В этой модели ближайшие к Солнцу звёзды изобразятся пылинками, расположенными на расстояниях полукилометра одна от другой, а вся Галактика будет иметь такие размеры, как размеры Советского Союза.

По своей форме Галактика напоминает чечевичу или два чайных блюдца, сложенных краями вместе и доньшками наружу. В центральных частях Галактики звёзд больше, а на окраинах — меньше. Солнце расположено

довольно далеко от центра, хотя и не на самой окраине. Расстояние от Солнца до центра — 30 тысяч световых лет. На рис. 13 изображён разрез Галактики. Кружочком, окружённым лучами, отмечено положение Солнца, которое находится в самой толще Галактики и со всех сторон окружено звёздами.

Если в нашей модели Галактики мы проложим между этими блюдцами лист бумаги, который совпадёт на ри-

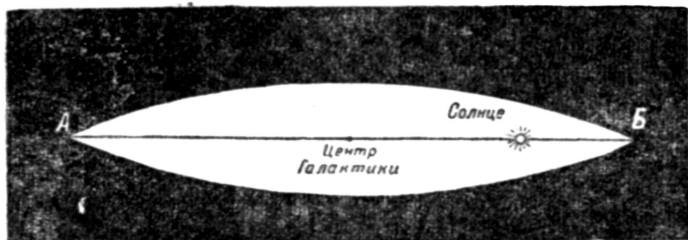


Рис. 13. Разрез Галактики. Кружочком, окружённым лучами, обозначено положение Солнца.

сунке с линией *АБ*, то Солнце окажется как раз на этом листе ближе к краям блюдцев, чем к центру модели.

Сравнивая звёзды Галактики с пылинками, заполняющими промежутки между двумя блюдцами, следует помнить, что никакой подобной блюдцам поверхности, ограничивающей Галактику, в действительности, конечно, нет. Густота звёзд постепенно убывает по мере удаления от центра и от срединной плоскости, изображённой листом бумаги. Чем дальше от неё и от центра, тем реже встречаются звёзды и тем больше расстояния между ними. Где кончается Галактика и где начинается беззвёздное пространство, точно сказать нельзя, так же, как невозможно точно указать, на какой высоте над поверхностью Земли кончается воздух земной атмосферы и начинается пустота мирозапа пространства.

Мы, жители Земли, видим Галактику из той точки, где мы находимся вместе с Солнцем, т. е. из точки, отмеченной кружочком на рисунке 13. Понятно, что, смотря из соответствующей точки модели в направлении листа бумаги, т. е. самой толщи Галактики, мы видим более густой слой звёзд, чем глядя в направлении, перпендикулярном листу, т. е. в сторону донышек блюдцев через наименьшую толщину слоя.

В направлении донышек блюдцев беззвёздное пространство начинается сравнительно недалеко от нас. Звёзды, которые мы видим в этом направлении, сравнительно близки к нам и рассмотреть их мы можем одни — простым глазом, другие — в телескоп. Наоборот, направив взор вдоль листа бумаги, мы смотрим сквозь огромную толщу звёзд. Большинство из них находится так далеко, что они кажутся нам сплошным туманным сиянием. Светлая полоса этого сияния слабо светящимся кольцом опоясывает небосвод, и вы её, конечно, знаете. Это Млечный Путь. В ясную безлунную ночь Млечный Путь, точно полоса разбрызганного по небу молока, простирается от одного края горизонта до другого. Там, внизу, под горизонтом, в невидимой части небосвода замыкается это кольцо.

Благодаря силе тяготения каждая из звёзд, входящих в состав Галактики, притягивается к центру Галактики и обращается вокруг этого центра по своей орбите. Орбита Солнца почти круговая. Она расположена в нашей модели на листе бумаги. Двигаясь по своей орбите, Солнце совершает одно обращение вокруг центра Галактики за 200 миллионов лет, хотя при этом оно мчится со скоростью около 300 километров в секунду. Но ведь длина окружности его орбиты около 200 тысяч световых лет!

Все звёзды, находящиеся поблизости от Солнца, движутся почти по таким же орбитам и в одну и ту же сторону, лишь незначительно обгоняя Солнце или отставая от него. Скорости движения звёзд вокруг центра Галактики различаются между собой всего на 10—20 километров в секунду, и с такими небольшими скоростями перемещаются относительно Солнца его ближайšie соседи. Например, большинство звёзд созвездия Геркулеса приближается к Солнцу со скоростью 20 километров в секунду, а звёзды созвездия Малого Пса в общем удаляются от Солнца.

У читателя, возможно, возникает опасение, не столкнётся ли когда-нибудь Солнце с другой звездой, раз все они непрерывно кружатся в этом звёздном рое? Обещать читателю, что этого никогда не произойдёт, конечно, нельзя; сказать, что если это и случится, то нескоро, можно уверенно, так как со скоростью 20 километров в секунду и до ближайшей звезды нужно лететь 200 тысяч лет. А вообще столкновение Солнца с какой-нибудь звездой так же мало вероятно, как то, что мы когда-нибудь попадём в копейку на расстоянии ста километров,

если будем производить по одному выстрелу раз в 200 тысяч лет, не зная, где расположена цель, и стреляя совершенно наугад.

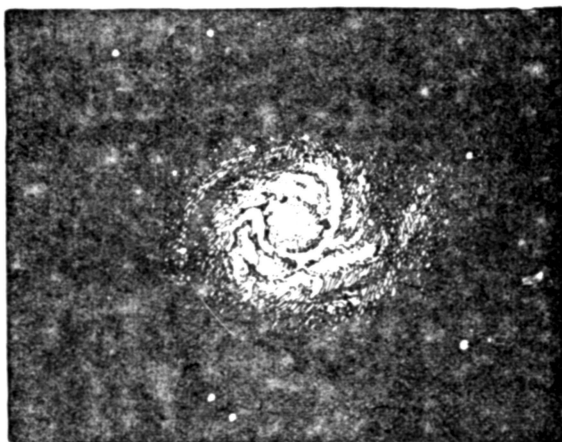


Рис. 14. Две туманности на фоне звёздного неба. Каждая из этих туманностей представляет собой такую же галактику, как и наша. Каждая из них состоит из десятков миллиардов звёзд. Одну из галактик (нижний рисунок) мы видим с ребра, а другую (вверху) — плашмя.

На фоне звёздного неба даже невооружённым глазом заметны небольшие туманные пятна — туманности (рис. 14). Изучая их в телескопы, астрономы установили,

что это такие же галактики, как наша. Каждая из них состоит из десятков миллиардов звёзд. Каждая из них имеет поперечник в десятки тысяч световых лет. И таких галактик известно 75 миллионов.

Находятся эти галактики на огромнейших расстояниях. Ближайшая из них удалена от нас почти на миллион световых лет. Её мы видим, как туманное пятно, размером с Луну, в созвездии Андромеды. Другие, более далёкие, кажутся точками в самые сильные телескопы. Расстояния до них измеряются сотнями миллионов световых лет.

Трудно себе представить, что слабо светящаяся точка, едва заметная в сильнейший телескоп — это целый мир, состоящий из десятков миллиардов звёзд, окружённых, как и наше Солнце, планетами, населёнными, быть может, такими, а быть может, и более развитыми, чем мы, живыми существами.

Самый быстрый в мире вестник — свет, пролетающий в одну секунду 300 000 километров, мчится к нам оттуда миллиард лет. Мы видим эту далёкую галактику такой, какой она была миллиард лет тому назад. И если бы с неё была отправлена на Землю радиотелеграмма в те времена, когда первые живые одноклеточные существа зарождались на Земле, то получили бы мы её только теперь.

Наша Галактика является лишь незначительной частью необъятной Вселенной. Далеко за её пределами простираются другие галактики, когорым нет числа. Вселенная бесконечна. Какую бы часть бесконечной Вселенной мы ни взяли — всюду мы находим вечное и беспрестанное движение материи, движение вещества, из которого состоит весь окружающий нас мир. Отдельные звёзды и звёздные миры рождаются и умирают. У них было начало и будет конец. Но Вселенная в целом всегда существовала и всегда будет существовать. В ней происходит грандиозный круговорот вещества. Она вечна. И вечно происходит её беспрестанное развитие.



ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Звёздное небо	3
2. Наша планета — Земля	7
3. Луна	9
4. Солнце	12
5. Планеты	15
6. Звёзды	18
7. Из чего состоят звёзды?	20
8. Звёзды-гиганты и звёзды-карлики	23
9. Что происходит на звёздах?	29
10. Вселенная необъятна и вечна	35

Цена 75 коп.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ГОСТЕХИЗДАТА

1. Проф. И. Ф. ПОЛАК, Как устроена вселенная.
 2. Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ, Происхождение небесных тел.
 3. Проф. М. Ф. СУББОТИН, Происхождение и возраст Земли.
 4. Проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ, В мире звёзд.
 5. Чл.-корр. А. А. МИХАЙЛОВ, Солнечные и лунные затмения.
 6. Проф. В. Г. БОГОРОВ, Подводный мир.
 7. А. А. МАЛИНОВСКИЙ, Строение и жизнь человеческого тела.
 8. Проф. В. В. ЕФИМОВ, Сон и сновидения.
 9. Проф. И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ, Молния и гром.
 10. Акад. В. А. ОБРУЧЕВ, Происхождение гор и материков.
- И другие.