

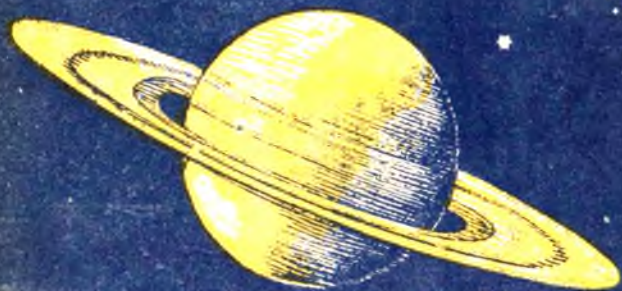
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ  
БИБЛИОТЕКА



52  
П 49  
P183800

проф. И Ф ПОЛАК

# Как устроена вселенная



ОГИЗГОСТЕХИЗДАТ 1945

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

---

Проф. И. Ф. ПОЛАК

# КАК УСТРОЕНА ВСЕЛЕННАЯ

ОГИЗ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА 1945 ЛЕНИНГРАД

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
1. Земля и небо . . . . .	3
2. Движение Земли . . . . .	4
3. Луна — спутник Земли . . . . .	7
4. Небесные светила . . . . .	7
<b>I. Строение солнечной системы . . . . .</b>	<b>10</b>
1. Планеты и их движение . . . . .	10
2. Солнечная система . . . . .	12
3. Всемирное тяготение . . . . .	14
4. Описание планет . . . . .	15
5. Кометы . . . . .	23
<b>II. Строение звёздной системы . . . . .</b>	<b>26</b>
1. Солнце и звёзды . . . . .	26
2. Расстояния до звёзд . . . . .	28
3. Движение звёзд . . . . .	29
4. Движение солнечной системы . . . . .	31
5. Число звёзд и их распределение . . . . .	33
6. Млечный Путь — великая система звёзд . . . . .	34
<b>III. Великая сверхсистема млечных путей . . . . .</b>	<b>36</b>
1. Что находится за пределами Млечного Пути? . . . . .	36
2. Шаровые звёздные скопления . . . . .	36
3. Внегалактические туманности . . . . .	37
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>40</b>

---

Редактор *Г. Ф. Рыбкин*. Технический редактор *Н. А. Тумаркина*.

---

Подписано к печати 5/IV 1945 г. 2,5 печ. л. 2,6 уч.-авт. л. 39900 тип. зн. в печ. л.  
Тираж 200 000 экз. А16229. Цена 75 коп. Зал. № 3865.

---

1-я Обр. тип. треста „Полиграфкнига“ Огиза при СНК РСФСР. Москва, Валуевая, 28.



## ВВЕДЕНИЕ

### 1. ЗЕМЛЯ И НЕБО

**В** древние времена люди представляли себе мир чем-то вроде громадной круглой комнаты. Пол этой комнаты — Земля, стены и потолок — небо. Думали, что земная поверхность в общем плоская, что где-то она имеет конец или край, только до этого «края света» ещё никто не доходил. Про небо думали, что это — твёрдый голубой купол, какой-то чудесный хрустальный колпак, покрывающий Землю.

Таким образом, выходило, что весь мир, или Вселенная, состоит как бы из двух частей — Земли и неба. Долгое время Землю считали главной частью Вселенной, думали, что Солнце, Луна и звёзды гораздо меньше Земли, что они существуют только для того, чтобы её согревать и освещать.

Наука разрушила эти наивные представления. Никакого твёрдого небесного свода не существует. Существует бесконечное пространство, в котором находятся небесные светила, одни — ближе к Земле, другие — дальше. Прекрасный голубой небосвод — это просто воздух, окутывающий нашу Землю, или, как говорят, земная атмосфера. Чем выше над Землёй, тем воздух реже. Уже на высоте 22 километров, на которую поднялся советский стратостат в 1934 г., воздух оказался в 15 раз реже, чем у земной поверхности. По расчёту учёных, на высоте 300—400 километров, которой люди ещё не достигали, воздуха уже почти нет, а ещё выше начинается безвоздушное мировое пространство. Воздух не совсем прозрачен и не совсем бесцветен. При ярком солнечном освещении земная атмосфера делается голубой и такой светлой, что мешает нам видеть звёзды. Если бы атмосферы не было, небо и днём

казалось бы чёрным, как ночью, и звёзды можно было бы видеть и при Солнце. Таким образом, голубой небесный свод — это воздушный занавес, сквозь который мы видим далёкие светила.

Что говорит наука про Землю? Даже в тех местах, где земная поверхность кажется совсем ровной, она на самом деле не ровная, не плоская, а выпуклая. Лучше всего это заметно на море, когда от берега отходит большой пароход. Когда пароход дойдёт до горизонта, т. е. до той черты, где небо, как нам кажется, сходится с Землёю, он начинает как будто погружаться в воду: сначала прячется корпус корабля, затем трубы, наконец верхушки мачт. Это значит, что морская поверхность не плоская: между нами и пароходом есть возвышение, за которое и прячется пароход. Наблюдая такие явления, учёные определили, что Земля имеет форму почти правильного шара. Удалось измерить и величину Земли. Диаметр (поперечник) земного шара немного меньше 13 000 километров, а окружность равна 40 000 километров.

## 2. ДВИЖЕНИЕ ЗЕМЛИ

Уже больше двух тысяч лет тому назад учёные узнали, что Земля — шар. Но ещё долго после этого все думали, что этот шар каким-то непонятным образом неподвижно висит в пространстве, а вокруг него кружатся Солнце, Луна и звёзды. Только четыреста лет назад, в 1543 г., польский астроном Николай Коперник объяснил, что Земля движется. Мы знаем теперь, что Солнце гораздо больше Земли и что Земля всё время кружится вокруг него.

По своему круговому пути Земля несётся гораздо быстрее самого быстрого артиллерийского снаряда: каждую секунду она пролетает 30 километров. Если бы самолёт летел с такой скоростью, он облетел бы вокруг земного шара в 20 минут, Земля же затрачивает на путешествие вокруг Солнца целый год, т. е. 365 суток с четвертью. Следовательно, путь Земли, или, как говорят астрономы, её орбита, имеет громадные размеры.

Земная орбита не совсем правильный круг, а особая линия, которую математики называют эллипсом. Её можно начертить при помощи нитки, связанной концами и надетой на две булавки (рис. 1). Если двигать карандаш по бумаге так, чтобы нитка была всё время натя-

нута, то и получится эллипс. Точки, в которых воткнуты булавки, называются фокусами эллипса; посредине между фокусами находится центр эллипса. Эллипс земной орбиты мало отличается от круга, так как его фокусы расположены близко к центру. Если эллипс такой формы нарисовать на странице книжки, то мы его примем за правильный круг, только Солнце придёт не в центре, а как раз в одном из фокусов. Так как Земля движется не по кругу, а по эллипсу, то расстояние от Земли до Солнца в течение года слегка меняется. В среднем оно составляет около 150 миллионов километров. В январе

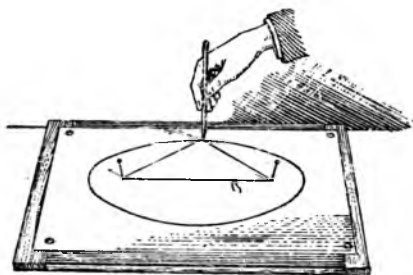


Рис. 1. Как начертить эллипс.

(как раз во время зимы в северном полушарии) Солнце к нам ближе на  $2\frac{1}{2}$  миллиона километров, в июле (в самый разгар нашего лета) на столько же дальше. Отсюда ясно, что смена времён года происходит не от того, что Солнце бывает то ближе, то дальше, а от другой причины, которую мы сейчас узнаем.

Земля не только обращается вокруг Солнца в течение года, она ещё вертится как волчок, или, как говорят, вращается вокруг своей оси, совершая полный оборот в течение суток. Ось эта, конечно, воображаемая; она направлена не по отвесу к плоскости земной орбиты, а наклонно, под углом  $66\frac{1}{2}^\circ$  (рис. 2). Такое направление земная ось сохраняет всё время. От этого и происходит смена времён года.

Например, когда Земля находится в положении слева на рисунке 2, Солнце освещает, главным образом, наше северное полушарие. Во всём этом полушарии, т. е. к северу от экватора, стоит лето. На южный полюс Земли в это время лучи Солнца совсем не попадают, там стоит длинная полярная ночь, а во всём южном полуша-

рии, т. е. к югу от экватора — зима. Через полгода, когда Земля придёт в положение справа (на рис. 2), у нас, наоборот, будет зима, а в южном полушарии — лето.

Суточного вращения Земли мы так же не чувствуем, как не чувствуем нашего полёта вокруг Солнца. Однако,

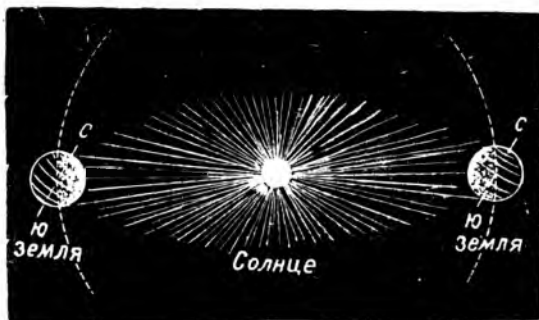


Рис. 2. Обращение Земли вокруг Солнца. Буквой С обозначен северный, а Ю — южный полюсы; через полюсы проведена воображаемая ось. На рисунке дана небольшая часть орбиты Земли. Расстояния на рисунке неточные: на самом деле расстояние от Земли до Солнца почти в 12 000 раз больше диаметра Земли.

можно сказать, что это вращение мы видим постоянно: весь небесный свод всё время как будто вращается с востока на запад вокруг какой-то оси, которую древние учёные называли «осью мира». Благодаря этому Солнце, Луна и звёзды передвигаются по небу с востока на запад, каждый день восходят и заходят. Но это движение — кажущееся: не бесконечная Вселенная обращается вокруг «оси мира» с востока на запад, а наша маленькая Земля вращается вокруг своей оси в обратную сторону, с запада на восток. «Ось мира», таким образом, есть просто ось нашей Земли.

А как же Солнце, неужели оно неподвижно стоит или висит в пространстве? Возможно ли это? Нет, это невозможно. Во Вселенной нет ничего неподвижного, всё движется, всё изменяется. Двигается и Солнце и об этом движении мы расскажем в своём месте. Сейчас заметим только, что этого истинного движения Солнца никто из читателей не видел. Мы замечаем только его кажущиеся движения — суточное и годичное. Первое движение происходит оттого, что Земля вращается вокруг оси, а второе — оттого, что Земля обращается вокруг Солнца.

### 3. ЛУНА — СПУТНИК ЗЕМЛИ

Земля не одинока в своём вечном кружении около Солнца. Её сопровождает неразлучный попутчик, или спутник, — Луна. Луна к нам гораздо ближе, чем все остальные светила; она почти в 400 раз ближе Солнца. Между тем Луна нам кажется почти в точности такой же величины, как Солнце. Следовательно, она должна быть на самом деле раз в четыреста меньше Солнца.

Расстояние от Луны до Земли составляет около 380 000 километров, т. е. только в  $9\frac{1}{2}$  раз больше окружности Земли. Даже до изобретения самолётов было много людей, которые на своём веку проехали на Земле больше километров, чем их насчитывается от Земли до Луны.

Благодаря тому, что Луна так близка к Земле, её можно очень хорошо рассмотреть в зрительные трубы. Наблюдения показали, что Луна не светится сама по себе, как светится Солнце. Поверхность Луны примерно такая же, как поверхность пустынных равнин на Земле. По этим лунным равнинам разбросано множество гор, большей частью похожих на кратеры, но нет ни морей, ни рек, ни растительности. Её и не может быть: на Луне нет воздуха и нет, следовательно, жизни.

Луна обращается вокруг Земли и делает один оборот почти в месяц. А так как Земля не неподвижна, а обращается в течение года вокруг Солнца, то и Луна участвует вместе с Землёй в этом движении.

### 4. НЕБЕСНЫЕ СВЕТИЛА

В ясную безлунную ночь видно совсем не так много звёзд, как обыкновенно думают. Люди с самым острым зрением видят на небесном своде, без трубы и бинокля, не миллионы звёзд, а всего какие-нибудь две-три тысячи. А на всём небе, которое окружает Землю со всех сторон, таких звёзд, видимых невооружённым глазом, не больше шести тысяч. Все они давно уже подсчитаны и записаны в особые списки. Сделать это было не очень трудно, так как звёзды почти не изменяют своих положений по отношению друг к другу.

Чтобы убедиться в этом, выберем на звёздном небе небольшой участок, лучше всего такой, на котором звёзды образуют какую-нибудь заметную фигуру. На такие



фигуры люди обратили внимание уже очень давно; их называют созвездиями. Срисуем одну из таких фигур, составим, как говорят, карту этого созвездия. Если такая карта составлена внимательно, она останется верной на долгое время. Через десятки лет мы созвездие увидим таким, каким мы его увидели в первый раз: ни одна звёздочка не пропадёт, ни одна не сдвинется со своего места. Только всё созвездие в целом может оказаться совсем не в той стороне неба, где оно было прежде. Может даже случиться, что мы его не найдём вовсе, так как многие созвездия восходят и заходят, вследствие кажущегося вращения неба.

Это кажущееся вращение неба происходит совершенно так, как на самом деле вращается наша Земля, только в обратную сторону. Поэтому на небе, как и на земном



Рис. 3. Суточное движение созвездия Большой Медведицы.

шаре, имеются две неподвижные точки, два полюса, вокруг которых как будто обращаются все звёзды в течение суток. В северном полушарии Земли виден только северный небесный полюс. В самом полюсе нет никакой звезды, но очень близко к нему находится довольно яркая звезда, которую поэтому называют Полярной. Её легко найти по созвездию Большой Медведицы, как показывает рис. 3. Полярная кажется почти неподвижной и указывает направление на север точнее компаса, а остальные звёзды всё время как будто кружатся вокруг неё.

Даже если бы люди, жившие 2—3 тысячи лет назад, могли теперь взглянуть на небо, они не нашли бы в очертаниях созвездий заметной разницы. Поэтому звёзды давно уже были названы неподвижными звёздами. Дальше, когда мы расскажем, что такое звёзды, мы увидим, что это название, собственно говоря, неправильно.

Но есть несколько звёзд и как раз очень ярких, которые даже в древности не назывались неподвижными. Если такую звезду отметить на звёздной карте, то через несколько месяцев, а иногда уже через несколько дней, она окажется среди других звёзд, в другом созвездии, а все окружающие её звёзды останутся на своих местах (рис. 4). Такие звёзды называются планетами. Слово

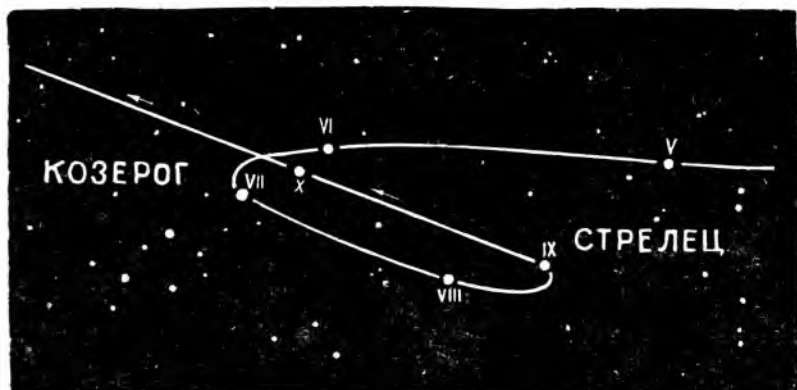


Рис. 4. Движение планеты Марс по созвездиям Стрельца и Козерога с мая по октябрь 1939 г.

«планета» по-гречески означает бродячая звезда. Простым глазом видно только пять планет. Мы теперь знаем, что все планеты гораздо ближе звёзд, но гораздо дальше Луны.

Чтобы перечислить все светила, которые можно видеть на небе, нам остаётся назвать ещё кометы и падающие звёзды. Комета имеет вид звезды, окружённой светящимся туманом. У неё бывает особый придаток — хвост. Кометы так же переходят из одного созвездия в другое, как планеты, но появляются редко, и большинство читателей, по всей вероятности, их никогда не видело.

Падающие звёзды, наоборот, всем известны. Это звёзды только по названию; с настоящими звёздами они не

имеют ничего общего. Звёзды — громадные, чрезвычайно далёкие самосветящиеся тела, далёкие солнца, подобные нашему Солнцу. Они никогда никуда не падают, не исчезают. А падающие звёзды — это просто камешки или даже песчинки, которые массами носятся в безвоздушном мировом пространстве. Пока эти песчинки летают далеко от Земли, они остаются холодными и тёмными, и мы не подозреваем об их существовании. Когда же какой-нибудь из таких камешков встретится с Землёю, он влетает в нашу атмосферу со скоростью в несколько десятков километров в секунду, гораздо скорее, чем летит артиллерийский снаряд. Известно, что снаряд во время полёта нагревается от трения о воздух. Небесные «снаряды», влетающие в нашу атмосферу, нагреваются гораздо сильнее. Раскалившись, они мгновенно расплавляются и обращаются в пар уже на большой высоте, гораздо выше облаков. Тогда люди говорят: «вот упала звезда». Только в том случае, если камень достаточно велик, он не успеет весь сгореть за время полёта сквозь атмосферу, осколки его долетят до земной поверхности, и в газетах может появиться известие, что в такой-то местности упал «метеорит».

## I. СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

### 1. ПЛАНЕТЫ И ИХ ДВИЖЕНИЕ

**Д**вижение планет среди звёзд долго было загадкой для учёных. Опишем для примера, как движется яркая планета Юпитер. Главное движение Юпитера состоит в том, что он медленно передвигается среди звёзд с запада на восток, или справа налево. В 1944 г. он был в том участке неба, который называется созвездием Льва, вместе с этим созвездием восходил и заходил. В 1945 г. он движется уже среди звёзд соседнего созвездия Девы, которое лежит восточнее. В 1946 г. он перейдёт ещё восточнее, в созвездие Весов, и так далее. А в 1956 г. мы увидим, что Юпитер совершил по звёздному небу своего рода кругосветное путешествие: в течение двенадцати лет он описал полный круг и опять находится в созвездии Льва. Самое удивительное то, что Юпитер не всё время движется в одну сторону, с запада на восток. Каждый год он на несколько дней как будто останавливается, а за-

тем начинает двигаться назад, к западу, и движется таким «задним ходом» месяца четыре. Потом наступает новая остановка, а после неё опять «прямое» движение месяцев на восемь, до следующей остановки.

С такими же остановками и возвращениями движутся и остальные планеты, только одни планеты совершают полное обращение скорее Юпитера, другие медленнее. Некоторые древние народы объясняли эти постоянные возвращения просто тем, что планеты в ночной темноте то и дело сбиваются с дороги. Потом, конечно, стали придумывать для обратных движений планет другие объяснения, математические. Но всё-таки выходило очень сложно и неубедительно. Только Коперник правильно и очень просто объяснил сложные движения планет. По его объяснению, планеты обращаются не вокруг Земли, как думали до него, а вокруг Солнца; вокруг Земли обращается только Луна. При этом все планеты движутся всё время в одну сторону с запада на восток, без всяких остановок и поворотов. Если бы можно было посмотреть с Солнца, как движется, например, Юпитер, то мы увидели бы, что он всё время движется только к востоку, как Луна вокруг Земли, в течение 12 лет проходит по небу полный круг и возвращается в то же созвездие, в котором был 12 лет назад. Но мы смотрим на планету Юпитер с Земли, которая сама есть планета, сама обращается вокруг Солнца в том же направлении, как и остальные планеты. От этого движение Юпитера нам кажется более сложным, чем оно есть на самом деле. Ведь если бы Юпитер даже совсем не двигался, нам всё равно казалось бы, что он движется. Действительно, Земля обращается вокруг Солнца и через год возвращается на прежнее место. Но мы движения Земли не замечаем, нам кажется, что движется Юпитер, а не мы, мы видим, что он полгода движется вперёд (к востоку), потом полгода назад (к западу), и через год возвращается на прежнее место. Юпитер кроме того ещё и сам обращается вокруг Солнца, только значительно медленнее Земли. Это движение мы тоже видим, оно, так сказать, складывается с движением, которое происходит от движения Земли, и распутать эти два движения очень нелегко. За то, что Коперник решил эту трудную задачу, его вполне заслуженно признают великим учёным.

Но если Земля движется вокруг Солнца, то почему же только у планет мы видим это ежегодное движение впе-

рѣд и назад, а у звѣзд его нет? Дело тут в расстоянии. Когда мы едем или летим, то нам кажется, что все предметы движутся нам навстречу. При этом, чем дальше предмет, тем медленнее он сдвигается назад, а очень далѣкие предметы, можно сказать, совсем не сдвигаются, долгое время мы видим их всё по одному и тому же направлению.

Так и звѣзды. Большинство их находятся так далеко, что от нашего обращения вокруг Солнца, они, можно сказать, совсем не сдвигаются. Только через триста лет после Коперника, с помощью очень точных астрономических измерений, у немногих самых близких звѣзд удалось подметить очень маленькие ежегодные смещения. Это открытие окончательно доказало правильность учения Коперника.

## 2. СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Мы уже знаем, что наша Земля обращается вокруг Солнца. Поэтому можно сказать, что Земля — одна из планет. Хотя планеты имеют вид звѣзд, но в действительности они больше похожи на Землю, чем на звѣзды. Звѣзды — это далекое солнца, гигантские раскалённые самосветящиеся тела. Планеты же гораздо меньше звѣзд и сами по себе они не светят, так же как наша Земля и Луна. Мы видим планеты только потому, что их освещает Солнце. Вот почему обыкновенно говорят, что планеты светят отражённым солнечным светом. И наша Земля тоже отражает солнечный свет, и поэтому она должна быть видна с других планет. С соседней с нами планеты Марс Земля должна казаться такой же яркой, как нам с Земли кажется Юпитер.

Все планеты вместе с Солнцем составляют как бы одну семью. Эту семью называют солнечной системой, так как Солнце во всех отношениях есть главный член этой семьи.

Солнце гораздо больше всех планет. Его диаметр (поперечник) в  $109\frac{1}{2}$  раз больше диаметра Земли. Если для наглядности вообразить себе, что Солнце — арбуз, то Земля изобразится зѣрнышком проса. Есть планеты меньше Земли, есть и больше, но если бы все планеты слепить в один шар, то диаметр этого шара вышел бы почти в девять раз меньше диаметра Солнца (рис. 5).

Учёные умеют не только измерять небесные светила, но и взвешивать их (конечно, с помощью математиче-

ских вычислений). Как это делать, показал лет через полтора после Коперника другой великий учёный, Ньютон.

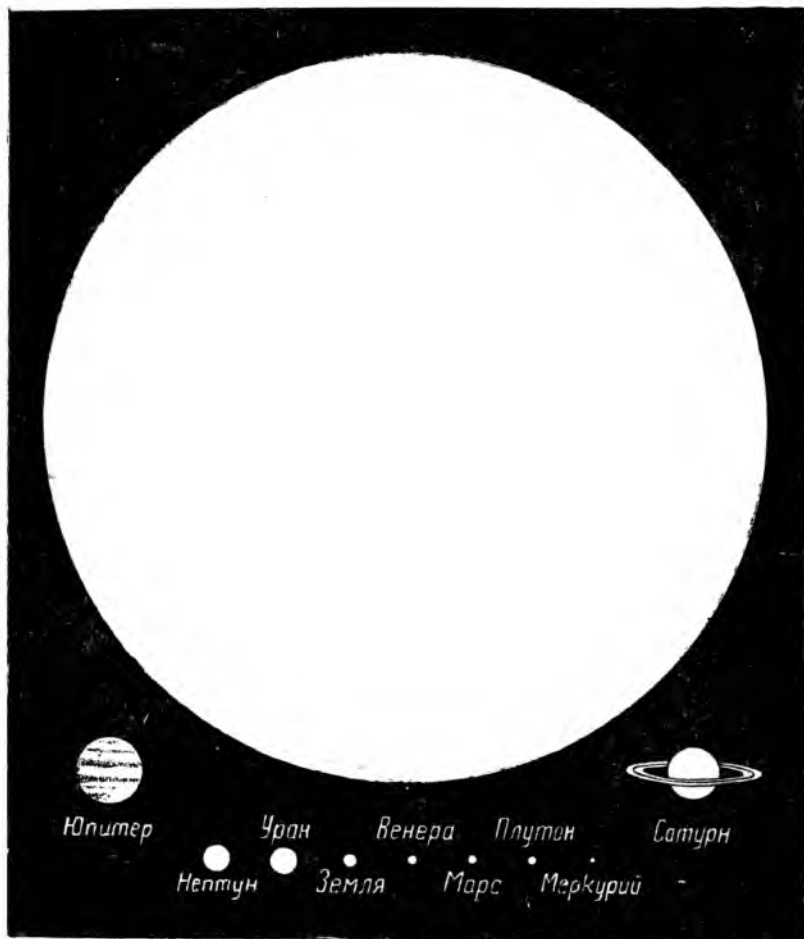


Рис. 5. Сравнительные размеры Солнца и планет.

Мы знаем теперь, сколько тонн получилось бы, если бы мы взвесили Луну. Учёные вычислили также, сколько весят планеты, в том числе и наша Земля, и даже Солнце. Оказалось, что вес (или, правильнее говоря, масса)

Солнца приблизительно в семьсот раз больше веса (или массы) всех планет, вместе взятых, и более чем в триста тысяч раз больше массы Земли.

Наконец, из всех тел солнечной системы только Солнце имеет свой собственный свет и тепло. Все планеты и их спутники — холодные и тёмные шары, тепло и свет они получают только от Солнца. Вся жизнь на Земле существует только благодаря солнечным лучам.

### 3. ВСЕМИРНОЕ ТЯГОТЕНИЕ

На Земле мы не встречаем движений, похожих на движение планет и их спутников. Поэтому даже после открытия Коперника ещё долгое время думали, что небесные тела движутся не по тем правилам или, как говорят, законам механики, по которым происходят движения на Земле. Думали, что в небесном пространстве действуют какие-то особенные законы, которые, может быть, навсегда для людей останутся непонятными. Только в 1687 г. Ньютон объяснил движения небесных тел и притом чрезвычайно просто. Он показал, что небесные тела движутся по тем же правилам, по которым движутся предметы и на Земле, что во всей Вселенной механика одна и та же.

Зададим себе такой вопрос: если где-нибудь в безвоздушном мировом пространстве, далеко от Земли и от Солнца, выстрелить из пушки, то как полетит снаряд? Остановится ли он сразу? Очевидно, нет, так как ему не с чем столкнуться. Или, может быть, он остановится постепенно, как останавливается шар, если его покатить по ровному полу? Но шар останавливается от трения об пол и от сопротивления воздуха. А если бы трения и сопротивления не было? Тогда шар не остановился бы совсем, он всё время катился бы с одинаковой скоростью или, как говорят, равномерно. Очевидно, и снаряд в безвоздушном пространстве должен двигаться равномерно, не изменяя своей скорости.

Прямо ли полетит наш снаряд или по кривой линии? Если выстрелить на Земле или близко от неё, то снаряд, конечно, упадёт на Землю по кривой линии и скорость падения будет всё время увеличиваться. Отчего это? Оттого, что Земля, как говорят, притягивает снаряд. Но если выстрел произведён в безвоздушном пространстве, очень далеко от Земли и от других мировых тел, то летящий там

снаряд почти не испытывает ни с какой стороны никакого притяжения; поэтому ни в какую сторону он не отклонится, будет всё время лететь по прямой линии и всё с одной и той же скоростью.

Можно сказать, что планеты представляют собой такие снаряды, летящие в безвоздушном пространстве. Но почему же они летят не по прямой линии? Потому, ответил Ньютон, что есть причина, или сила, которая всё время отклоняет планету от её прямого пути. С помощью математических вычислений Ньютон доказал, что эта сила постоянно отклоняет или тянет планету по направлению к Солнцу, что это есть сила притяжения Солнца. В этом и состоит великое открытие Ньютона.

Не только Земля притягивает к себе предметы, но и все предметы, все тела Вселенной притягивают друг друга. Притяжение между телами тем сильнее, чем больше массы тел, т. е. чем они больше и плотнее, и чем они ближе друг к другу. Все окружающие нас предметы, например в комнате, притягиваются между собой, притягивают нас, и мы, в свою очередь, их притягиваем. Но мы всех этих притяжений не замечаем, так как вблизи нас находится тело с несравненно большей силой притяжения — это наша Земля, и её притяжение на все тела только и заметно. Сила этого притяжения есть вес тела.

Сила притяжения действует во всём мире, и поэтому её называют всемирным притяжением, или всемирным тяготением. Спелое яблоко падает с дерева, потому что его притягивает Земля. Луна кружится около Земли, а не летит по прямой линии, потому что её удерживает притяжение Земли. Все планеты, в том числе и наша Земля, не улетают в беспредельное пространство, потому что Солнце своим притяжением отклоняет их от прямых путей и заставляет вечно обращаться вокруг него.

#### 4. ОПИСАНИЕ ПЛАНЕТ

Самая близкая к Солнцу планета называется Меркурий. Она лишь немного больше Луны. Как видно из рисунка 6, орбита Меркурия значительно меньше земной орбиты и летит он по ней быстрее Земли, так что полное обращение вокруг Солнца эта планета совершает меньше, чем за три месяца.

На Меркурии вряд ли есть жизнь. Наблюдая Меркурий в зрительные трубы, астрономы пришли к выводу, что на



нѣм не бывает смены дня и ночи. Одно полушарие этой планеты всё время обращено к Солнцу, на нѣм вечный день и вечное лето. Другое полушарие, наоборот, никогда Солнца не видит, на нѣм вечная ночь и вечная зима. Понятно, что на этом ночном полушарии растения и жи-

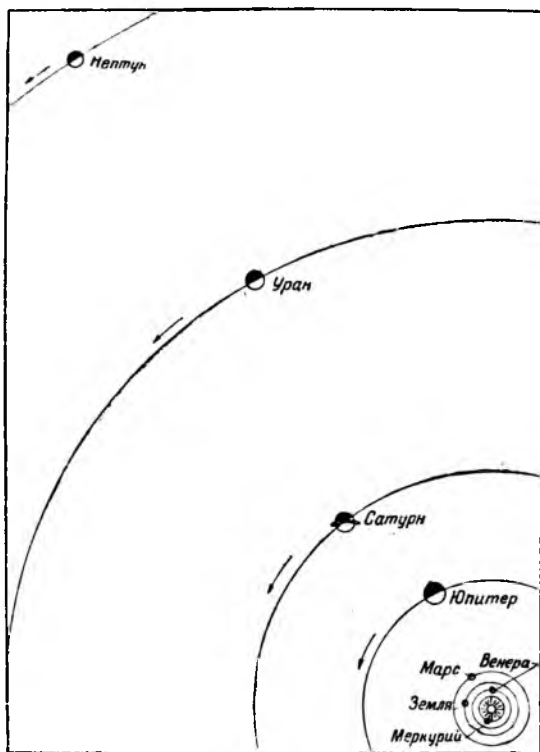


Рис. 6. План солнечной системы. (Планета Плутон, которая должна быть за Нептуном, на плане не уместилась.)

вотные, подобные земным, жить не могут. Но они не могут жить и на другом, дневном полушарии, так как оно почти раскалено лучами никогда не заходящего Солнца; не забудем, что Меркурий к Солнцу в два с половиной раза ближе, чем Земля. Кроме того, вокруг Меркурия, как и вокруг Луны, нет атмосферы, необходимой для дыхания живых существ.

Увидеть Меркурий очень трудно, так как он всегда стоит на небе близк к Солнцу, и наверно большинство

читателей этой книжки его ни разу не видело. Надо заранее рассчитать, в какие дни он будет стоять на небе в положении, удобном для наблюдений, и тогда в течение 7—10 дней его можно легко найти в лучах вечерней или утренней зари, так как он очень ярк. Но этот расчёт можно сделать, конечно, только с помощью специальных книжек, например астрономического календаря. На тёмном ночном небе Меркурия мы никогда не видим.

За Меркурием, если идти дальше от Солнца, следует планета Венера, всем известная вечерняя и утренняя звезда. Это самая яркая звезда всего неба. Вокруг Солнца Венера обращается в  $7\frac{1}{2}$  месяцев. Большую часть года она находится на небе близко к Солнцу и поэтому наблюдать её трудно. Затем её можно в течение нескольких месяцев видеть сначала вечерней звездой на западе, потом утренней звездой на востоке. Хотя она отходит от Солнца значительно дальше, чем Меркурий, видеть её поздно ночью, например около полуночи, случается очень редко. Венера светит так ярко, что её нетрудно увидеть даже днём, при полном солнечном свете, только надо заранее знать место на небе, где она находится.

По своим размерам Венера почти одинакова с Землёю. На Венере должно быть жарче, чем на Земле, но далеко не так жарко, как на Меркурии. Венера, как и Земля, окружена атмосферой. Однако, относительно жизни на этой планете пока нельзя сказать ничего определённого. Та же атмосфера, которая даёт нам основание подозревать жизнь на Венере, мешает нам хоть что-нибудь рассмотреть на ней. В зрительную трубу поверхность Венеры представляется очень светлой, совершенно ровной, белой, без всяких пятен. Очевидно, это не твёрдая поверхность самой планеты, а её газовая оболочка, атмосфера. Эта атмосфера постоянно наполнена какими-то непрозрачными массами, облаками или туманами, которые мешают нам рассмотреть поверхность Венеры. Поэтому о природе этой планеты до сих пор ничего не известно. Мы не знаем даже, во сколько времени она вращается вокруг оси, т. е. сколько времени на ней продолжается день и ночь. Учёные недавно открыли, что в атмосфере Венеры содержится много углекислоты, но чистого кислорода, без которого на Земле жизнь невозможна, на Венере до сих пор не обнаружено.

Третье место по порядку от Солнца занимает наша Земля с её спутником Луной. Дальше следует четвёртая

планета — Марс, о котором мы знаем гораздо больше, чем о Венере. Марс дальше от Солнца, чем Земля, в полтора раза, и летит он по своей орбите медленнее Земли. Поэтому его обращение вокруг Солнца, т. е. его «год», продолжается почти два наших года. Каждые два года Марс подходит к Земле на самое близкое расстояние, в среднем вдвое ближе Солнца. Во время таких приближений к нам Марс на несколько недель делается одной из самых ярких звезд неба и бросается в глаза своим красным цветом.

Марс больше Меркурия, но меньше Земли; его диаметр меньше земного диаметра почти вдвое. В сильную зрительную трубу Марс представляется маленьким красновато-жёлтым кружочком, на котором заметны пятна (рис. 7), как на Луне. Пятна эти не меняют своего вида, но они всё время передвигаются по диску планеты. Это значит, что Марс вращается вокруг оси, как наша Земля. Время одного обращения вокруг оси (т. е. сутки Марса) оказалось длиннее, чем у Земли, только на 40 минут. Притом и ось вращения Марса направлена почти так же наклонно, как земная ось, так что на нём должна происходить такая же смена времён года, как у нас; только каждое время года там продолжается почти вдвое дольше, чем на Земле, так как самый год Марса вдвое длиннее земного года.



Рис. 7. Как виден Марс в сильный телескоп.

И вот, в зрительные трубы видно, что действительно, то в северном, то в южном полушарии Марса наступает то зима, то лето. В тех областях Марса, которые должны быть самыми холодными, заметны два белых пятна, одно против другого: одно вокруг северного полюса, другое вокруг южного. Пятна эти поочередно то увеличиваются, то уменьшаются. Например, когда в северном полушарии Марса зима, северное полярное пятно растёт, а южное, наоборот, уменьшается и, наконец, совсем исчезает, там в это время лето. Через некоторое время северное пятно начинает исчезать, значит в северном полушарии наступила весна; в южном полушарии в это время осень, и полярное пятно там растёт. Эти интересные явления до-

казывают, что на Марсе есть вода. Белые пятна вокруг полюса — это снега и льды, а также скопления облаков. Они нарастают осенью и тают весной. Если кто-нибудь смотрит с другой планеты на нашу Землю, он видит вокруг обеих её полюсов такие же белые шапки. Разница только в том, что на Земле эти шапки никогда не исчезают совсем, летом они только уменьшаются. Из этого можно заключить, что на Марсе воды, а следовательно, и льда, меньше, чем на Земле. Вот почему летом полярные шапки там совсем могут растаять, хотя на Марсе и холоднее, чем на Земле.

Тёмные пятна на поверхности Марса раньше считались морями. Но теперь мы знаем, что на Марсе нет ни морей, ни даже больших озёр. Красновато-жёлтая поверхность планеты — это выжженная Солнцем каменистая или песчаная пустыня, а тёмные пятна — более влажные места, может быть, покрытые растительностью. Если на Марсе есть вода, то там должен быть и воздух, так как в безвоздушном пространстве вода сейчас же вся бы испарилась. И действительно, на Марсе атмосфера есть, но далеко не такая плотная, как на Земле. Кроме того, атмосфера там гораздо суше земной атмосферы, в ней гораздо меньше водяных паров. Это видно из того, что облака на Марсе появляются очень редко. Их можно заметить в зрительную трубу в виде маленьких белых пятнышек, которые плавают по поверхности планеты.

Учёным удалось открыть, что в атмосфере Марса есть кислород, но его там приблизительно в тысячу раз меньше, чем в нашей атмосфере. Вообще, атмосфера даже у самой поверхности Марса более разрежённая, чем на вершинах самых высоких гор на Земле. Удалось приблизительно измерить и температуру на Марсе. Оказалось, что днём поверхность планеты нагревается солнечными лучами приблизительно до 10 градусов тепла, но когда на Марсе наступает ночь, то и зимой и летом температура очень скоро падает до 70 градусов холода. Такой холод на Земле редко бывает даже в полярных областях. Таким образом, климат на Марсе надо признать неподходящим для земных растений и животных. Если там есть живые существа, то они должны отличаться от обитателей Земли.

Вокруг Марса обращаются два спутника, две маленькие луны, каждая с диаметром не больше 10—20 кило-

метров. Они очень близки к своей планете: ближайшая из них раз в 60 ближе к Марсу, чем Луна к Земле, и обращается вокруг планеты всего в 7½ часов. Несмотря на такую близость Марс получает от своих маленьких спутников гораздо меньше света, чем мы от нашей Луны.

В пространстве между орбитой Марса и орбитой следующей планеты Юпитера движется вокруг Солнца множество малых планет. Все они видны только в зрительную трубу, и открывать их стали только с начала XIX столетия.

Малых планет открыто уже больше полутора тысяч, и каждый год открывают по несколько десятков новых. Большинство их имеет диаметр всего лишь в несколько десятков километров, но есть и несколько крупных с диаметром до 800 километров. Если бы все открытые до сих пор малые планеты можно было слепить вместе, то получился бы шар по объёму приблизительно в десять раз меньше Луны.

За областью малых планет движется самая большая планета солнечной системы — Юпитер. Она больше всех остальных планет, вместе взятых. Если изобразить Солнце арбузом, а Землю зерном проса, то Юпитер будет крупной вишней, так как его диаметр в 11 раз больше диаметра Земли. После Венеры Юпитер самая яркая из



Рис. 8. Юпитер и его 4 главных спутника, как они видны в небольшую зрительную трубу.

всех звёзд и планет. Он более, чем в пять раз дальше от Солнца, чем Земля, так что на нём должно быть очень холодно. При наблюдении Юпитера в зрительную трубу самое интересное — это его спутники. Теперь их известно одиннадцать. Четыре из них больше нашей Луны. Уже в самую маленькую зрительную трубу возле Юпитера видны эти четыре звёздочки, которые постоянно меняют своё положение, прячутся за планету и потом появляются с другой её стороны (рис. 8).

Следующая планета Сатурн по размерам немного меньше Юпитера, но так как она почти вдвое дальше, то никогда не кажется нам такой яркой, как Юпитер или Марс. Свой длинный путь вокруг Солнца Сатурн проходит почти в 30 лет. Планета эта — одна из самых интересных. Представит себе картонный круг с круглым отверстием посередине, другими словами — плоское кольцо. Как раз в середину отверстия кольца вставлен шар планеты. Такой вид имеет Сатурн в зрительную трубу (рис. 9). Кольцо нигде не прикасается к шару планеты, а свободно висит вокруг него и всё время сопровождает планету в её полёте вокруг Солнца. В сильные трубы видно, что колец даже два, одно внутри другого.

Почему же эти кольца от притяжения Сатурна до сих пор не упали на него, не разорвались на куски? Наука ответила на этот вопрос. Никаких твёрдых сплошных колец вокруг Сатурна нет и не может быть.

Кольцо Сатурна — это громадное скопление мельчайших спутников, может быть даже песчинок или пылинок, которые обращаются вокруг планеты каждый по своему пути, как обыкновенные большие спутники. Таких больших спутников, кроме кольца, у Сатурна открыто девять, но в трубу их гораздо труднее рассмотреть, чем спутников Юпитера.

Все шесть планет (считая в том числе и Землю), о которых мы рассказали, известны людям с незапамятных времен. Но в 1781 г. английский музыкант Гершель, который потом стал великим астрономом, совершенно неожиданно открыл седьмую планету. Ей дали имя Уран. Она ещё вдвое дальше Сатурна и почти в двадцать раз дальше от Солнца, чем Земля. Поэтому для невооружённого глаза она представляется едва заметной звёздочкой, каких на небе тысячи, и наблюдать её можно только

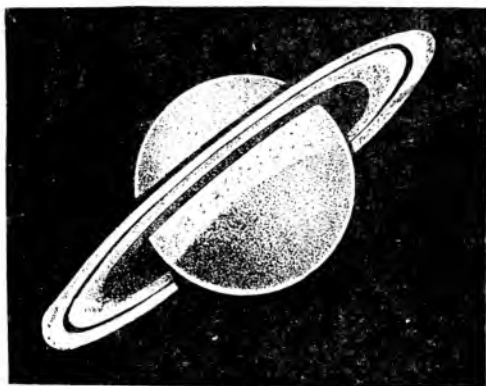


Рис. 9. Сатурн при наблюдении в сильную зрительную трубу.

в зрительные трубы. Оказалось, что по диаметру Уран в четыре раза больше Земли. В сильные трубы видны четыре спутника, обращающиеся вокруг Урана. Одно обращение Урана вокруг Солнца продолжается восемьдесят четыре года.

Восьмая планета, находящаяся за Ураном, была открыта совершенно необыкновенным способом. Учёные заранее рассчитали, на какое место неба надо направить зрительную трубу, чтобы увидеть планету, которой раньше никто не видел. Этот расчёт был сделан на основании того же великого закона тяготения, по которому рассчитывают наперёд все движения небесных светил. Напомним, что по этому закону все тела притягиваются между собой, например, планеты притягивают одна другую.

Открытие это было сделано так. Когда стали вычислять наперёд движение открытой Гершелем планеты Уран, то оказалось, что в действительности Уран движется не совсем так, как он должен двигаться по закону тяготения, как будто его всё время отклоняет какая-то сила. Учёные предположили, что далеко за Ураном должна находиться планета, которой ещё не видели, и эта неизвестная планета своим притяжением производит отклонения в движении Урана.

Француз Леверье и англичанин Адамс с помощью математических вычислений определили, в каком месте неба должна находиться эта планета (невидимая простым глазом) в сентябре 1846 г. И действительно, когда направили сильную зрительную трубу на указанный участок неба, то среди сотен уже известных звёзд этой области увидели ещё одну слабую звёздочку, которой раньше здесь не было. Это и была новая планета. Её назвали Нептун.

По своим размерам Нептун лишь немного меньше Урана. Он находится от Солнца в тридцать раз дальше, чем Земля, и на прохождение своей громадной орбиты затрачивает 165 лет. Таким образом, со времени своего открытия он не сделал ещё и одного полного обращения вокруг Солнца. У него открыли пока одного спутника.

Все четыре далёкие планеты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — в некоторых отношениях очень сходны между собой и совсем не похожи на Землю. По своим орбитам они летят сравнительно медленно, тем медленнее, чем планета дальше от Солнца (как и должно быть по закону тяготения). Нептун, например, пролетает в секунду  $5\frac{1}{2}$  километров, т. е. движется в пять раз медленнее

Земли. Но вокруг своих осей они вращаются очень быстро, несмотря на свои громадные размеры. Например, на Юпитере и Сатурне сутки продолжаются всего лишь около 10 наших часов. На всех этих планетах есть атмосфера, и притом очень густая, но совсем другого состава, чем наша земная атмосфера. В атмосферах этих планет совершенно незаметен кислород, главный газ земной атмосферы, но зато там в громадном количестве находится ядовитый газ аммиак, выделяемый нашатырным спиртом. Наконец, вследствие большого расстояния от Солнца, на этих планетах должно быть очень холодно, гораздо холоднее, чем в наших полярных странах. С Нептуна, например, Солнце должно казаться по диаметру в 30 раз меньше, чем с Земли. Это уже не кружок, а точка; тепла и света даёт она очень мало.

Про девятую, самую далёкую планету Плутон можно пока сказать только, что она находится дальше Нептуна и совершает одно обращение вокруг Солнца в 250 лет. Даже в самые сильные телескопы она видна просто маленькой светлой точкой, на которой ничего нельзя рассмотреть. Открыли эту планету только в 1930 г. в Америке.

Очень может быть, что за Плутонем есть и ещё более далёкие планеты, и по мере сооружения всё более сильных телескопов мы постепенно их откроем.

## 5. КОМЕТЫ

Изредка на небе появляются хвостатые звёзды, или кометы. Иногда появляются кометы с хвостами длиной в десятки миллионов километров. Например, в 1910 г. были две такие кометы, одна из них — комета Галлея, возвращающаяся каждые 75 лет (рис. 10). Прежде боялись, что какая-нибудь комета может задеть Землю своим хвостом или столкнуться с нею и убить нас или отравить газами. Наука показала, что этого не надо бояться. Комета, даже самая большая, — это не сплошная твёрдая



Рис. 10. Комета Галлея в 1910 г.



масса, вроде планеты, а громадная туча пыли и камней, и притом очень редкая: расстояние от одной пылинки до соседней может составлять несколько километров.

Как это можно было узнать? Учёные сделали такой вывод из того, что каждая комета имеет громадный объём, в тысячи и миллионы раз больше объёма планет, между тем масса у кометы всегда оказывается такой малой, что её нельзя определить. Даже самые большие кометы, объём которых в миллионы раз больше объёма

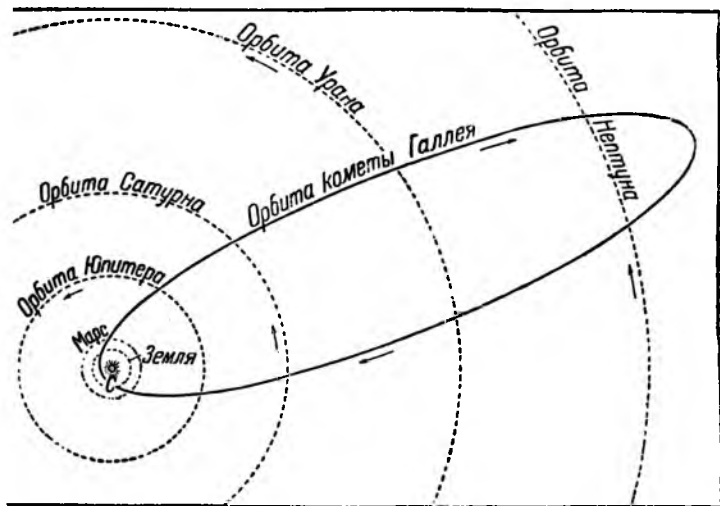


Рис. 11. Орбита кометы Галлея в солнечной системе.

Земли, имеют массу в тысячи, а может быть и в миллионы раз меньше земной массы.

Кометы, как и планеты, движутся в безвоздушном мировом пространстве под действием притяжения Солнца. Орбиты комет большею частью тоже эллипсы, как и орбиты планет, причём Солнце находится всегда в одном из фокусов эллипса. Но кометные эллипсы очень сильно растянуты, фокусы их находятся всегда гораздо ближе к концам наибольшего диаметра эллипса, чем к его центру. Комета, движущаяся по такому эллипсу, на короткое время может подойти к Солнцу ближе всякой планеты, а потом на много лет уходит так далеко от Солнца и от Земли, что её не видно в самые сильные зрительные трубы (рис. 11). Когда комета приближается

к Солнцу, камни и песчинки, из которых она состоит, сильно нагреваются солнечными лучами. Тогда из них начинают выходить пары и газы и образуется громадный



Рис. 12. Звёздный дождь в 1833 г., по рисунку того времени.

светлый прозрачный столб. Это и есть хвост кометы, который, обычно, направлен в сторону, противоположную Солнцу. Когда комета отойдёт от Солнца и остынет, хвост становится меньше, а потом и совсем пропадает.

Если точно проследить в телескоп движение кометы, то можно рассчитать, через сколько лет и месяцев она опять вернётся к Солнцу. Но, конечно, нельзя предсказать появление такой кометы, которая последний раз возвращалась к Солнцу, может быть, тысячи лет назад и о которой не сохранилось никаких сведений. Вот почему кометы нередко появляются совершенно неожиданно.

Комет очень много. Каждый год астрономы открывают по несколько комет, иногда до десятка, но большая часть их видна только в телескоп. Они носятся в солнечной системе по всевозможным направлениям. Поэтому может случиться, что какая-нибудь комета столкнётся с планетой, например, с нашей Землёю. Но это было бы не страшное, а наоборот, очень интересное событие. Камни и песчинки, из которых состоит комета, раскалятся от трения в земной атмосфере и посыплются на Землю в виде целого дождя падающих звёзд. Мы увидим тогда чудесный небесный фейерверк — такие явления наблюдались (рис. 12). Только немногие, самые большие камни полностью не сгорят в воздухе, а долетят до Земли и упадут на неё в виде метеоритов. Но таких крупных камней в кометах по всей вероятности очень мало, так что несчастных случаев при встрече Земли даже с большой кометой было бы немного, а скорее всего — и совсем бы не было. Очень может быть, что даже за несколько последних тысячелетий Земля не раз сталкивалась то с одной, то с другой кометой, и эти столкновения проходили совершенно незамеченными.

## II. СТРОЕНИЕ ЗВЁЗДНОЙ СИСТЕМЫ

### 1. СОЛНЦЕ И ЗВЁЗДЫ

**П**ланеты, кометы и падающие звёзды составляют солнечную систему. В этой области Вселенной царит Солнце — гигантский шар такой высокой температуры, что самые тугоплавкие металлы там находятся в виде пара или газа. Могучее притяжение этого раскалённого газового шара управляет движениями тел нашей системы, удерживает планеты на их орбитах, а его лучи освещают и согревают их тёмную поверхность.

Солнечная система кажется нам огромной, но она составляет ничтожную долю даже той части звёздного

мира, которую мы видим. Чтобы это стало вполне ясным, представим себе, что сделана уменьшённая модель этой части Вселенной, причём взято уменьшение в миллион миллионов раз. Тогда наше Солнце делается ослепительно блестящей крупинкой в полтора миллиметра в поперечнике. Планеты станут пылинками, которые нельзя будет рассмотреть без микроскопа, так как они не только малы, но ещё вдобавок сами не светятся. Пылинка-Земля будет находиться на расстоянии 15 сантиметров от крупинки-Солнца, пылинка-Плутон — самая далёкая планета из известных нам — на расстоянии 6 метров.

Но напрасно мы стали бы искать в ближайших окрестностях Солнца другие светящиеся крупинки. Пришлось бы пролететь 40 километров, пока мы бы встретили другое солнце, другую светящуюся крупинку, на этот раз двойную: вокруг блестящего шарика, миллиметра в два в диаметре, кружится другая крупинка на расстоянии около 3 метров. Эта ближайшая известная нам звезда альфа в созвездии Центавра. В нашем Союзе она не всходит и видеть её можно только в южных странах.

И в других частях Вселенной будет то же самое: маленькие яркие шарики-звёзды, удалённые друг от друга на десятки километров. Большинство шариков выйдет в нашей модели Вселенной маленькими, как крупинка-Солнце, и даже меньше. Только очень редко, одна на много тысяч крупинок, нам встретится «звезда-гигант», величиной с футбольный мяч и даже больше.

Замечательно, что многие звёзды при рассматривании их в зрительную трубу, оказываются не одинокими, а двойными: вокруг большей звезды-солнца обращается другое солнце меньших размеров; иногда таких солнц-спутников бывает два и больше. Они движутся по своим орбитам под действием той же силы тяготения, как члены нашей солнечной системы. Поэтому можно сказать, что такие сложные звёзды представляют собой далёкие солнечные системы, только вместо тёмных и холодных планет в этих системах обращаются самосветящиеся тела-солнца.

В самые последние годы было доказано, что вокруг многих звёзд, так же как вокруг нашего Солнца, должны обращаться тёмные тела, т. е. планеты. Ни одну из этих планет до сих пор не удалось увидеть в теле-

скоп, и учёные доказали их существование тем же способом, каким была открыта планета Нептун — по действию их притяжения на соседние звёзды. Когда сила наших инструментов будет увеличена, мы, конечно, их увидим.

Таким образом, в звёздном мире существуют и другие планетные системы, подобные нашей солнечной системе.

## 2. РАССТОЯНИЯ ДО ЗВЁЗД

Вернёмся теперь от воображаемого мира звёзд-крупинок к истинной Вселенной.

Крупинки нашей модели окажутся раскалёнными шарами, в миллионы километров диаметром. Например, диаметр нашего Солнца окажется около 1 400 000 километров, а расстояния между звёздами так громадны, что писать, сколько километров они составляют, очень неудобно. Пришлось бы читать и запоминать очень длинные числа, не меньше, чем в 14 цифр. Поэтому для этих больших расстояний придумали и большие меры. Одна такая мера называется световым годом. Так назвали расстояние, которое свет пролетает в течение одного года. Учёные измерили, что свет распространяется с величайшей скоростью, пролетая в секунду 300 000 километров. Для сравнения напомним, что звук проходит один километр в три секунды, значит летит почти в миллион раз медленнее света. На Земле, на небольших расстояниях, свет доходит, можно сказать, моментально. От Луны свет долетает в секунду с четвертью, от Солнца в 8 минут. Между тем от ближайшей звезды свет доходит до нас только в 4 года. Иначе это говорят так: расстояние до ближайшей звезды составляет 4 световых года.

Эта звезда, как мы уже говорили, у нас не видна. Из звёзд, видимых в СССР простым глазом, ближе всех Сириус, самая яркая звезда всего неба. Свет от неё идёт девять лет. Семь ярких звёзд созвездия Большой Медведицы находятся значительно дальше; от самой близкой из них свет идёт больше 70 лет. Ещё дальше яркие звёзды красивого созвездия Ориона. Свет от них идёт более 400 лет.

Когда мы смотрим на звезду, интересно вспомнить, что мы видим её не такой, какова она сейчас, а такой, какой она была много лет назад. Звёзды Большой Мед-

ведицы, например, мы видим такими, какими они были около 1875 года. Возможно, что с тех пор с ними произошли какие-нибудь изменения, но известий о них свет до нас ещё не донёс.

Чем дальше звезда, тем труднее определить её расстояние. Поэтому расстояния более далёких звёзд мы знаем очень неточно, а для большинства звёзд расстояния пока ещё совсем неизвестны.

### 3. ДВИЖЕНИЕ ЗВЁЗД

Мы теперь знаем, что звёзды не висят неподвижно в пространстве, а летят по всевозможным направлениям с различными скоростями, от нескольких километров до нескольких сот километров в секунду. Напомним для сравнения, что наша Земля в своём полёте вокруг Солнца пролетает каждую секунду 30 километров.

Таким образом, звёзды, которые прежде считались неподвижными, на самом деле очень быстро движутся. Но они находятся от нас очень далеко. Поэтому звезда должна пролететь очень много миллионов километров, и только тогда мы заметим, что она чуть-чуть сдвинулась со своего места. С того времени, как люди стали наблюдать небесные светила, прошло несколько тысяч лет. Звёзды за это время пролетели колоссальные расстояния. И всё-таки, если бы люди, жившие две-три тысячи лет назад, могли теперь взглянуть на звёздное небо, они не нашли бы в фигурах созвездий никаких заметных изменений. Но это только потому, что они наблюдали небо невооружённым глазом. Теперь же астрономы определяют положение звёзд с помощью телескопов, снабжённых особыми измерительными приборами, и благодаря этому удалось открыть изменение положений у многих тысяч звёзд.

Из звёзд, видимых у нас невооружённым глазом, особенно быстро движется яркая желтоватая звезда Арктур в созвездии Волопаса (т. е. Пастуха). За пять тысяч лет Арктур перемещается на шесть диаметров полной Луны, пролетая 130 километров каждую секунду. При этом, однако, форма созвездия меняется очень медленно (рис. 13). Есть звёзды, которые изменяют своё положение ещё скорее, но простым глазом они не видны. Только через несколько десятков тысяч лет станет заметно изменение созвездий, и мы можем сказать, какой вид они

будут иметь. Мы знаем, например, какой вид имел ковшик Большой Медведицы задолго до начала истории человечества и какой вид он будет иметь, например, через 50 тысяч лет (рис. 14).

Движения звёзд нам кажутся прямолинейными. На самом деле звёзды движутся, как планеты и кометы, по кривым линиям, но за время наших наблюдений они прошли такую малую часть своих орбит, что искривления этих линий нам ещё не удалось заметить.

Вокруг чего же обращаются звёзды? Какая сила управляет их движением? Сначала думали, что «звёздная»



Рис. 13. Созвездие Волопаса за 3000 лет до нашей эры (слева) и то же созвездие в настоящее время (справа).



Рис. 14. Созвездие Большой Медведицы: I — 50 000 лет назад, II — в настоящее время, III — через 50 000 лет.

система похожа на солнечную систему, только гораздо больше последней. Думали, что все звёзды обращаются около какого-то одного светила, как все планеты обращаются вокруг Солнца. Но если бы существовало такое «центральное солнце», то оно должно было быть гораздо больше всех звёзд, вместе взятых, как наше Солнце гораздо больше всех планет. Такого сверхгигантского тела, которое было бы в миллиарды раз больше Солнца, не найдено, и современная наука доказывает, что оно и не может существовать.

Но взамен центрального солнца современная астрономия открыла, что в звёздной системе есть центральное сгущение, есть область, в которой расстояния между

звёздами гораздо меньше, чем в окрестностях нашего Солнца. Область эта находится в центре звёздной системы. Вокруг этого центрального сгущения и обращаются все видимые нами звёзды, в том числе и наше Солнце со своей свитой — планетами и кометами. Точнее говоря, все звёзды обращаются вокруг центра тяжести звёздной системы, а этот центр тяжести находится внутри центрального сгущения. Вокруг него, конечно, обращаются и звёзды самого сгущения.

Звёзды движутся вообще не по правильным кругам. Одни звёзды описывают линии, похожие на орбиты планет, другие — растянутые линии, вроде кометных орбит. Звёзды могут обгонять одна другую, лететь друг другу навстречу, отклонять друг друга своим притяжением и тому подобное. Одним словом, движения здесь гораздо сложнее, чем в нашей солнечной системе, и наука только начинает в них разбираться.

Звёзды, находящиеся в ближайших окрестностях нашего Солнца, совершают одно обращение, по меньшей мере, в течение сотен миллионов лет. Заметим, что эти несколько тысяч ближайших к нам звёзд иногда называют местной системой.

#### 4. ДВИЖЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Наше Солнце — такая же звезда, как миллионы других, и оно тоже должно двигаться. Это доказал впервые великий астроном Гершель (который открыл планету Уран). Это движение не надо смешивать с кажущимися движениями Солнца, суточным и годовым, которые происходят от движения Земли.

Движение, открытое Гершелем, состоит в том, что вся солнечная система движется равномерно всё в одном и том же направлении. Это движение несколько не влияет на все остальные движения в нашей системе, например, на движение Земли вокруг Солнца.

Открыть это движение можно только по кажущемуся движению звёзд. Если бы все звёзды были совершенно неподвижны, а двигалась бы только наша солнечная система, то со звёздами происходило бы то же, что происходит ночью с огнями большого города, когда мы подъезжаем к нему: звёзды расходились бы в разные стороны от той точки неба, к которой мы несёмся,



а в противоположной стороне, от которой мы удаляемся, они сближались бы.

Оказалось, что так и есть на самом деле. Правда, звёзды имеют и свои собственные движения, так что найти точку, от которой они расходятся, не так легко, но всё же эту задачу решить можно. Гершель нашёл, что движения звёзд расходятся в разные стороны от точки в созвездии Геркулеса; к этой точке и летит солнечная система. Недалеко от этой точки находится яркая белая звезда Вега, которая в летние вечера стоит высоко у самой середины неба. Теперь даже известно, что по этому направлению наша солнечная система летит

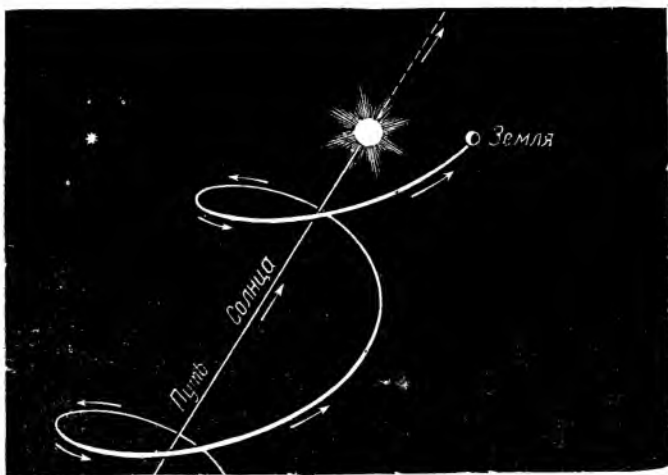


Рис. 15. Благодаря полёту всей солнечной системы по прямой линии к созвездию Геркулеса Земля летит к этому созвездию по винтовой линии.

со скоростью почти 20 километров в секунду (рис. 15). Таким образом, каждый вечер мы ближе к Веге, чем были вчера, больше чем на миллион километров. Но от этого Вега ничуть не становится ярче. Должно пройти несколько тысяч лет, и только тогда мы бы заметили, что яркость Веги чуть-чуть увеличилась. Звёзды так далеки, что приближение даже на много миллиардов километров — ничтожно малая величина в сравнении с их расстояниями.

Так движется наша солнечная система внутри так называемой «местной системы» звёзд. Но во Вселенной нет ничего неподвижного, поэтому и вся «местная система» должна иметь какое-то движение. Только в 1927 г. голландский астроном Оорт открыл это движение. Оказалось, что звёзды местной системы, в том числе и Солнце, обращаются вокруг далёкого центрального сгущения звёзд, как планеты обращаются вокруг Солнца. Это обращение совершается с огромной скоростью, в среднем около 300 километров в секунду. Но не все звёзды местной системы движутся в точности с одинаковой скоростью и в одинаковом направлении. Солнце, например, летит километров на 20 в секунду скорее и отклоняется в сторону Веги, летящей далеко впереди. Вот эту разницу скоростей и подметил Гершель полтора века назад.

## 5. ЧИСЛО ЗВЁЗД И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Чем больше зрительная труба, тем больше слабых звёзд в неё видно. В величайшие современные телескопы видны по меньшей мере сотни миллионов звёзд; точно это число ещё не подсчитано. Звёзды рассыпаны по небу совершенно неправильно и неравномерно. Больше всего их в широкой светлой полосе, которую называют Млечный (т. е. Молочный) Путь. В летние и осенние вечера он особенно красив, когда стоит высоко и пересекает пополам всё небо.

Млечный Путь продолжается и в той части неба, которой у нас никогда не видно, и опоясывает всё небо сплошным кольцом. Как показывает телескоп, Млечный Путь состоит из сотен миллионов слабых звёзд. Простым глазом этих звёзд, каждой в отдельности, не видно, но их общий свет сливается в сплошное сияние, которое мы видим и без трубы. Звёзды в Млечном Пути распределены неравномерно, в нём есть места очень богатые звёздами, есть и совсем беззвёздные промежутки.

Заметим, что чем дальше от пояса Млечного Пути (всё равно — к северу или к югу), тем меньше в телескопы видно слабых звёзд. Меньше всего их около двух противоположных точек неба, дальше всего отстоящих от Млечного Пути. Эти точки звёздного неба называют полюсами Млечного Пути, одну — северным полюсом, другую — южным.

## 6. МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ — ВЕЛИКАЯ СИСТЕМА ЗВЁЗД

Наше Солнце есть рядовая звезда великого собрания звёзд, которое называют системой Млечного Пути, или Галактикой. Это скопление звёзд имеет громадные, но не бесконечные размеры, и состоит из очень большого, но не из бесчисленного количества звёзд.

Галактика имеет сплюснутую форму, примерно форму очень плоских карманных часов, так что длина и ширина скопления во много раз больше его высоты. Солнце со своими планетами находится внутри скопления, но далеко от его центра. Если сравнивать систему звёзд с карманными часами, то Солнце придётся внутри часов, в их срединной плоскости, то-есть на одинаковом расстоянии от верхней и от нижней крышки, и примерно на половине расстояния от центра до ободка часов. Положим, что Солнце находится под тем местом, где прикреплена секундная стрелка. Представим себе, что всё пространство внутри часов приблизительно равномерно наполнено звёздами и все эти звёзды нам видны. В каком направлении мы из нашей солнечной системы увидим больше всего звёзд, в каком направлении всего меньше? Очевидно, меньше всего звёзд будет вверху, в направлении к циферблату часов, и внизу, так как по этим направлениям скопление всего тоньше, кончается всего ближе. Гораздо больше звёзд мы бы увидели кругом, вдоль ободка часов. В этом направлении скопление тянется дальше, а кроме того звёзды в срединной плоскости скопления, повидимому, стоят гуще, чем в остальной части скопления. Отсюда и выходит, что та область неба, где звёзд видно всего больше, должна кольцом опоясывать всё небо. Это и есть пояс Млечного Пути. А участки неба, самые бедные звёздами, должны находиться около полюсов Млечного Пути.

Но не все части кольца Млечного Пути должны казаться одинаково яркими. Самой яркой и самой богатой звёздами частью Млечного Пути будет область по направлению к цифре 12 на циферблате часов, так как в этом направлении Галактика тянется всего дальше. Кроме того, в этой стороне находится центр системы, около которого звёзды, повидимому, стоят гуще, чем на окраинах скопления. Так и есть в действительности: одна часть Млечного Пути, именно та, которая видна летом, особенно ярка и богата звёздами, а зимняя

часть его (по направлению к цифре 6) почти незаметна.

Всё скопление Млечного Пути так велико, что свет проходит от одного его края до другого примерно в 100 тысяч лет. Оно состоит из миллиардов (т. е. тысяч миллионов) звёзд, вокруг которых наверно обращаются планеты, пока ещё недоступные современным телескопам. Но не только звёзды содержатся в Млечном Пути. Большое пространство в нём занимают туманности, имеющие вид слабо светящихся облаков. Это гигантские скопления пыли и разреженных газов. Видеть их можно только в зрительные трубы. Туманности гораздо больше звёзд, диаметры их составляют десятки световых лет. Они находятся от нас так же далеко, как звёзды.

Особенно громадны не светящиеся тёмные туманности. О них мы узнали только по тому, что они непрозрачны, как густой дым, и заслоняют от нас звёзды, находящиеся за ними. В светлом поясе Млечного Пути такие туманности имеют

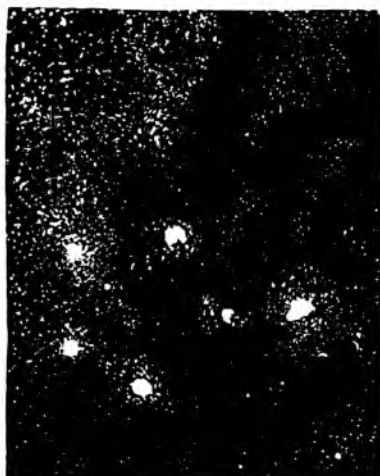


Рис. 16. Участок неба в Млечном Пути с тёмными туманностями.

вид чёрных пятен, прорывов на фоне, густо усыпанном звёздами (рис. 16). Особенно много их в самой яркой центральной части Млечного Пути. Все знают, что та часть Млечного Пути, которая видна летом, кажется двойной: здесь Млечный Путь тянется по небу двумя полосами. На самом деле эти две ветви — лишь края одной яркой широкой полосы, середина которой закрыта от нас тёмными массами пыли и газов.

Все туманности, находящиеся в Млечном Пути, теперь называют галактическими туманностями. Как мы сейчас узнаем, существуют туманности и за пределами Млечного Пути, но их природа совершенно другая.

Все звёзды скопления Млечного Пути находятся в движении. По всей вероятности, они обращаются во-

круг центра Галактики, как планеты и кометы солнечной системы обращаются около Солнца. Периоды обращения в общем должны быть тем больше, чем дальше звезда от галактического центра.

### III. ВЕЛИКАЯ СВЕРХСИСТЕМА МЛЕЧНЫХ ПУТЕЙ

#### 1. ЧТО НАХОДИТСЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ МЛЕЧНОГО ПУТИ?

**П**олетим мысленно по прямой линии со скоростью света. В какую бы сторону звёздного мира ни был направлен наш воображаемый полёт, через несколько десятков тысяч лет мы заметим, что звёзды вокруг нас редуют, и, в конце концов, мы вылетим из нашей Галактики, все её звёзды окажутся позади нас. А что будет впереди?

Современная наука может ответить на этот вопрос. Впереди, на почти беззвездном небе, мы увидим другие звёздные системы, другие очень далёкие галактики. Эти звёздные системы, находящиеся за пределами нашего Млечного Пути, видны и с Земли. Одни из них называются шаровыми звёздными скоплениями, другие — внегалактическими туманностями.



Рис. 17. Шаровое звёздное скопление.

#### 2. ШАРОВЫЕ ЗВЁЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ

Шаровые звёздные скопления в небольшую трубу кажутся маленькими круглыми туманными пятнами (рис. 17). Только в сильные телескопы видно, что каждое из этих пятен состоит из десятков тысяч очень слабых звёзд. Все эти звёздочки на самом деле — далёкие солнца, гораздо более яркие, чем наше

Солнце, а каждое туманное пятно — звёздная система, имеющая приблизительно форму шара. Диаметры шаровых скоплений составляют сотни световых лет. Таким образом, эти скопления много меньше звёздной системы нашего Млечного Пути, но звёзды в них расположены

гуще. До сих пор шаровых скоплений открыто не больше двух сотен.

Эти сравнительно маленькие галактики окружают нашу громадную Галактику со всех сторон, на расстояниях не больше двухсот-трёхсот тысяч световых лет. Их сравнивают с маленькими дачными посёлками вокруг большого города. Можно назвать их и спутниками Галактики, так как под действием притяжения миллиардов солнц нашей звёздной системы шаровые скопления обращаются вокруг неё, как спутники вокруг планеты.

### 3. ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИЕ ТУМАННОСТИ

Ещё гораздо интереснее внегалактические туманности. Их открыто уже много миллионов; чем сильнее телескоп, тем больше этих туманностей он показывает. Большинство их имеет форму спирали (рис. 18): из круглого туманного пятнышка выходят две струйки или веточки и закручиваются обе в одну сторону. Так и кажется, что эти струйки должны состоять из пыли или газа, как кометные хвосты.

И что же оказалось? Спиральные струи действительно составлены из пылинок, но каждая пылинка есть звезда, т. е. солнце. Это необыкновенное открытие было сделано в Америке в 1925 г. с помощью величайшего в мире зеркального телескопа. Миллионы солнц несутся в струйках туманности, как несутся угольные пылинки в столбе дыма.

Тогда же удалось приблизительно измерить расстояние до некоторых внегалактических туманностей. Выяснилось, например, что от одной из самых близких из них, от туманности в созвездии Андромеды (рис. 19), свет идёт без малого миллион лет. Сегодня мы видим в том далёком мире то, что было там миллион лет назад.

Эту туманность можно видеть простым глазом. Её диаметр составляет около 50 тысяч световых лет, т. е. лишь немного меньше диаметра Млечного Пути. Таким образом, это громадная звёздная система, подобная нашему Млечному Пути — другая галактика. Остальные внегалактические туманности имеют подобные же размеры, но они находятся ещё дальше. Самые слабые внегалактические туманности, едва видимые в величайшие теле-

скопы, находятся так далеко, что свет от них идёт до нас сотни миллионов лет. И каждая такая туманность есть гигантское скопление солнц, как говорят, «вселенная-остров» в океане мирового пространства.



Рис. 18. Спиральная туманность.

Расстояние от одного такого острова до соседнего составляет 1—2 миллиона световых лет, иногда меньше. Вся наша гигантская Галактика есть одна из таких вселенных-островов в бесконечном пространстве. Если бы мы могли посмотреть на неё с какой-нибудь другой галактики, то мы увидели бы обыкновенную маленькую туманность, может быть, даже спиральную, как боль-

шинство вселенных-островов. Этой спиральной формы нашей галактической системы мы не замечаем потому,



Рис. 19. Большая спиральная туманность в созвездии Андромеды.

что находимся внутри Галактики, среди миллионов звёзд, и, как говорят, из-за деревьев не видим леса.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**П** одведём итог тому, что нам теперь известно о строении Вселенной.

Наша Земля, которую мы иногда неправильно называем «миром», или «Вселенной», есть лишь одна из планет, обращающихся вокруг Солнца. Все планеты вместе с Солнцем составляют солнечную систему. Земля является одним из членов солнечной системы. Размеры этой системы в сотни тысяч раз больше размеров Земли.

Но Солнце есть лишь одна из миллиардов звёзд, составляющих звёздную систему Млечного Пути, или Галактику. Таким образом, наша солнечная система в свою очередь является рядовым членом Галактики. Размеры Галактики во много миллионов раз больше размеров солнечной системы.

Наконец, недавно было доказано, что звёздная система Млечного Пути, или Галактика, есть лишь одна из миллионов подобных ей звёздных систем; она является рядовым членом великой системы млечных путей, или, как её иногда называют, сверхсистемы галактик. Изучение этой системы млечных путей только начинается.

Читателям иногда кажется поразительным и невероятным, что небесные светила находятся на таких огромных расстояниях, что мировые системы имеют такие громадные размеры. Но ничего поразительного в этом нет: Вселенная бесконечна, и должны существовать светила на ещё гораздо больших расстояниях. Поразительно не это, а то, что человечество смогло эти расстояния измерить.

Точная наука существует всего каких-нибудь 3—4 столетия, она, можно сказать, только начинается, и её успехи за это время нам уже кажутся громадными. Но развитие науки идёт всё быстрее и быстрее, и у человечества впереди так много времени. Поэтому сейчас нельзя себе даже приблизительно представить, какого могущества достигнут наука и техника далёкого будущего и как они изменят жизнь человека и окружающую нас природу.

