

52

Д-41

К-11

ДЖ. Г. ДЖИНС

ДВИЖЕНИЕ  
МИРОВ

ДЕТИНАТ ЦК ВЛКСМ  
1987

52  
Д-41

226  
D'41

Дж. Г. ДЖИНС

# ДВИЖЕНИЕ МИРОВ

Переработка для детей  
старшего возраста

под редакцией  
Э. КОЛЬМАНА

ЛНБ 2012

№ 28304

Российский фонд культуры  
и президентского  
СМБД "ОТРАКА"  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

ВСЕСОЮЗНОГО ЛЕНИНСКОГО КОММУНИСТИЧЕСКОГО  
СОЮЗА МОЛОДЕЖИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1937 ЛЕНИНГРАД

ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Редактор *Л. Колян*. Худож. редактор *И. Иванов*.  
Техн. редактор *Е. Гуркова*. Переплет *Е. Пер-  
накова*. Корректор *М. Покровская*. Сдано в  
производство 23/VIII 1936 г. Подписано к пе-  
чати 10/I 1937 г. Детиздат № 885. Индекс Д-7.  
Формат 62 x 93<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. 9,5 печ. л. (7,64 уч. авт. л.).  
Уполном. Главлита Б-32320. Тираж 25 000 экз.  
Заказ № 2435.

Цена 2 р. 50 к. Переплет 1 р. 50 к.

Набрано на 17-й фабрике нац. книги Огиза.  
Отпечатано на Фабрике детской книги изд-ва  
детской литературы ЦК ВЛКСМ.  
Москва, Сушеvский вал, 49.



## КОЕ-ЧТО О БОЛЬШИХ ЧИСЛАХ

Вы встретите в этой книге огромные числа: миллионы, миллиарды и триллионы километров, тонн, лет. Надо суметь прочесть и понять эти числа.

Мы знаем, что числа каждого класса в тысячу раз больше чисел предыдущего класса:

1 000 миллионов	составляет	биллион, или миллиард,
1 000 биллионов	"	триллион,
1 000 триллионов	"	квадриллион,
1 000 квадриллионов	"	квинтиллион.

В некоторых же странах, например в Англии и Германии, числа каждого класса больше чисел предыдущего не в тысячу, а в миллион раз. Значит,

биллион	— это	1 000 000 миллионов,
триллион	— „	1 000 000 биллионов,
квадриллион	— „	1 000 000 триллионов,
квинтиллион	— „	1 000 000 квадриллионов.

Значения чисел в обеих системах, конечно, одни и те же, меняются только их названия, начиная с биллиона. И получается, что наш триллион англичане называют биллио-

ном, наш квинтиллион — триллионом и так дальше. Миллионом же и миллиардом, как у нас, так и в Англии, называются одни и те же числа. Следовательно, и по английской системе миллиард состоит из 1 000 миллионов, но биллиону он уже равен, конечно, не будет.

Для больших чисел английская система удобнее; поэтому названия всех чисел, которые встречаются в лежащей перед вами книге, соответствуют английской системе. Сейчас она станет вам совершенно ясной.

### Простой способ написания больших чисел

Писать числа словами длинно и неудобно, поэтому их пишут цифрами. Но, когда они становятся очень большими, этот способ перестает помогать. Например, такое число:

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000.

Написать его цифрами так же длинно и неудобно, как словами, а прочесть еще труднее; ошибиться же при этом очень легко. Как же вы прочтете это число?

Сначала вы сосчитаете, сколько в нем нулей. Потом проверите, правильно ли вы сосчитали их. Затем начнете думать: а какой же это класс? Сколько нулей в биллионе, триллионе?

Есть очень простой способ для написания и чтения чисел с большим количеством нулей. Для этого пользуются степенями 10-ти. Быть может, вам неизвестно, что такое „степень числа“, но достаточно, если вы будете пока знать, что

$$10^2 = 100$$

$$10^3 = 1\,000$$

$$10^4 = 10\,000$$

$$10^5 = 100\,000$$

$$10^6 = 1\,000\,000$$

$$10^7 = 10\,000\,000$$

$$10^8 = 100\,000\,000$$

$$10^9 = 1\,000\,000\,000$$

и так далее.

Вы видите, что маленькая цифра при каждой десятке справа наверху показывает, сколько нулей в числе. Значит, наше большое число можно очень просто и коротко написать в виде  $10^{27}$ , потому что в нем 27 нулей.

Как же все-таки прочесть это число?

Сейчас прочтем. Если миллион состоит из единицы с шестью нулями, — а это надо твердо знать и помнить, — то биллион, по английской системе, должен иметь 12 нулей. Ведь биллион — это миллион миллионов, а

$$1\,000\,000 \times 1\,000\,000 = 1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}.$$

Поступая так же с числами других классов, составим маленькую табличку:

$10^6$ — это миллион,	$10^{24}$ — это квадриллион,
$10^{12}$ — „ биллион,	$10^{30}$ — „ квинтиллион,
$10^{18}$ — „ триллион,	а миллиард — это $10^9$ .

Вот и все. Теперь уже нетрудно будет прочесть наше длинное число с 27 нулями — оно сразу стало коротким. Но запишем маленькими цифрами при десятке не все 27 нулей, а только 24, первые же три оставим при единице числа:  $10^{27} = 1\,000 \times 10^{24} =$  тысяче квадриллионов.

А как нужно было бы написать это число, если бы слева стояла не единица, а, скажем, семерка?

Тогда это число было бы в 7 раз больше прежнего, и поэтому мы изобразили бы его так:

$7 \times 10^{27}$ , или  $7 \cdot 10^{27}$ , что значит семь тысяч квадриллионов. И последний пример:

$247\,000\,000\,000\,000 = 247 \times 1\,000\,000\,000\,000 = 247 \times 10^{12}$ , или  $247 \cdot 10^{12}$ , то есть 247 биллионов.

### Как велики эти числа?

Уметь написать или прочесть большое число — еще мало: надо знать, что оно значит, суметь представить его себе. А то миллионы, миллиарды и биллионы останутся для нас ничего не говорящими словами. Если вам скажут сейчас, что от Земли до какого-нибудь небесного тела миллиард километров, а до другого — биллион, вы одинаково отнесетесь к обоим числам, зная только, что они „очень большие“. Вы хладнокровно скажете даже, что по английской системе

биллион в тысячу раз больше миллиарда. Но вы сразу же почувствуете разницу между ними, если подумаете, что они относятся друг к другу, как метр к километру.

Как же представить себе величину миллиона, миллиарда и биллиона?

Эти непонятные величины станут яснее, если мы сравним их с другими — понятными и привычными. Начнем с миллиона.

Секунда — промежуток времени очень малый: махнул рукой — и секунда прошла. Но миллион секунд составляет 11,6 суток. Чтобы отработать миллион секунд, служащий должен почти 2 месяца ходить на работу.

Очередь в миллион человек протянется на 260 километров; миллион рублевых бумажек, помещенных друг за другом в длину, займет 120 километров; если бы лежащая перед вами книга имела миллион страниц, она выросла бы в толщину до 32 метров и весила бы 110 килограммов. А для прочтения такой „книжки“ вам понадобилось бы при нормальных рабочих условиях (8-часовой рабочий день) 30 лет. Даже на то, чтобы просто сосчитать до миллиона, произнося все числа полностью, у вас ушло бы при тех же условиях три с половиной месяца.

Вот как велик миллион.

Перейдем к миллиарду. Толщина пачки в миллиард рублевых бумажек равняется 135 километрам. А лентой, составленной из миллиарда склеенных рублей, можно было бы трижды опоясать земной шар (3 раза по  $40 \cdot 10^5$  км). Очередь из миллиарда кошек протянулась бы от Земли до Луны.

Миллиард секунд составляет 31,6 года, так что большинство читателей этой книги прожило „всего“ лишь около полумиллиарда (а то и меньше) секунд... Редко кто может похвастаться возрастом в 3 миллиарда секунд. А сосчитать до миллиарда, произнося все числа полностью, не может вообще никто: для этого пришлось бы прожить по меньшей мере 450 лет. Даже для того чтобы ударить по столу мил-

лиард раз, быстро стуча пальцем, работая в 3 смены и не теряя ни секунды, потребовалось бы больше восьми лет.

Мы часто говорим: „Подождите минуту“. Долго ли ждать одну минуту? Но миллиард минут — это 1900 лет. В миллиард минут укладывается история человечества со времен Римской империи до наших дней. Да еще с приличным остатком.

А как велик биллион?

Толщина книги в биллион страниц была бы в два с половиной раза больше оси земного шара. Строчка в биллион букв шрифта газеты „Правда“ втрое длиннее расстояния между Землей и Луной, а биллион рядом положенных в ширину спичек — в 6,5 раз. Ленты, составленной из биллиона целых карандашей, хватило бы, чтобы покрыть расстояние между Землей и Солнцем ( $150 \cdot 10^6$  км). А из приличного остатка от этой ленты в  $30 \cdot 10^6$  километров можно было бы еще сшить 6 поясов для экватора Солнца и сотню „маленьких“ поясков для экватора Земли.

Биллион секунд составляет 31 600 лет. Это втрое больше возраста известной нам человеческой культуры.

Вот мы и подошли к астрономии.

### Что такое „световой год“?

Измерять расстояния во Вселенной километрами большей частью так же неудобно, как мерить расстояние между городами тысячными долями миллиметра — микронами. Поэтому в астрономии пользуются большей мерой — „световым годом“.

Откуда же световой год взят и чему он равен?

Мы видим предметы потому, что лучи света от них попадают в наш глаз. Поэтому вспышку молнии, например, мы видим не сразу, а через некоторое время, — когда свет от нее успевает дойти до нас.

Лучи света, а также радиоволны распространяются в пространстве с быстротой 300 000, или  $3 \cdot 10^5$  километров в

секунду. Поэтому можно сказать, что молнии мы видим в тот же момент, когда они появляются: ведь они бывают обычно очень недалеко от нас — на расстоянии немногих километров. Но не так обстоит дело при огромных расстояниях во Вселенной.

Из всех небесных тел ближе всего к нам Луна: между нею и Землей около  $4 \cdot 10^5 = 400 \cdot 10^3$ , то есть около четырехсот тысяч километров. Значит, свет от Луны идет к нам 1,3 секунды. И если бы на Луне произошел взрыв, мы увидели бы его вспышку через 1,3 секунды — точно так же как мы с опозданием слышим гром, потому что звуковые волны распространяются в воздухе всего лишь со скоростью 340 метров в секунду.

Солнце находится от нас на расстоянии 149,5 миллиона, то есть  $149,5 \cdot 10^6$ , километров. Вот тут уже время, которое луч света тратит, чтобы дойти от Солнца до нас, становится значительным: оно равно 8,3 минуты. Вообразите, что Солнце вдруг исчезло. В тот момент, когда это произошло, мы ничего не заметили бы. Мы продолжали бы спокойно греться „на солнышке“, защищая рукой глаза от ослепительно сияющего солнечного диска. И только через 8,3 минуты, когда до нас дойдет последний луч солнца, мы узнаем о случившемся несчастье. А на Нептуне, если бы там были люди, узнали бы об этом через четыре с лишним часа: Нептун в 30 раз дальше от Солнца, чем Земля.

Но и это расстояние считается во Вселенной ничтожным: звезды так далеки от Земли, что свет от них идет до нас годы. То расстояние, которое он проходит в один год, и называется световым годом.

Скольким же километрам равен световой год? Это не трудно вычислить. Помножьте скорость света в секунду, то есть  $3 \cdot 10^5$  километров, на число секунд в году, — а их в нем приблизительно  $31,6 \cdot 10^6$ , — и вы узнаете, что световой год равен  $9,5 \cdot 10^{12}$ , то есть 9,5, или, круглым счетом, десяти миллиардам километров.

## НЕБЕСНЫЙ СВОД

На долю обитателей Земли выпало особое счастье. Мы не сознаем его, потому что привыкли к нему, как к воздуху, которым дышим. Я имею в виду прозрачность земной атмосферы. Атмосферы других планет, например Венеры и Юпитера, непрозрачны: в них плавают густые облака. И если бы мы жили на Венере или Юпитере, мы никогда не увидели бы того, что находится за облаками. Для нас не существовало бы красоты и поэзии ночного неба, и мы ничего не знали бы о других мирах.

Представьте себе, что и Земля покрыта непроницаемым слоем облаков. Если бы эта завеса вдруг открылась и мы в первый раз увидели сверкающее огнями звезд великолепное ночное небо, — что мы подумали бы тогда?

Мы решили бы, вероятно, что небо — это увешанный фонарями купол, находящийся на расстоянии нескольких километров над нами. Так и думали люди в древности, стараясь понять устройство раскинутой перед их глазами величественной панорамы небесных светил.

Вскоре мы заметили бы, что они движутся. Это показывает и фотографирование неба. Фото 1 сделано при выдержке в два с четвертью часа. Белые дуги — пути звезд — говорят нам о том, что звезды движутся по кругам. Наблюдения показывают, что все они движутся вместе — ни одна не отстает от другой — и каждый оборот их длится 24 часа. Это похоже на вращение над нашими головами огромного пустого колпака с огоньками.

Так представляли себе люди звездное небо до Галилея. Но открытия Галилея приподняли завесу, тысячелетиями скрывавшую от человечества загадку устройства Вселенной. Это было около трехсот лет назад.

## Земля вращается

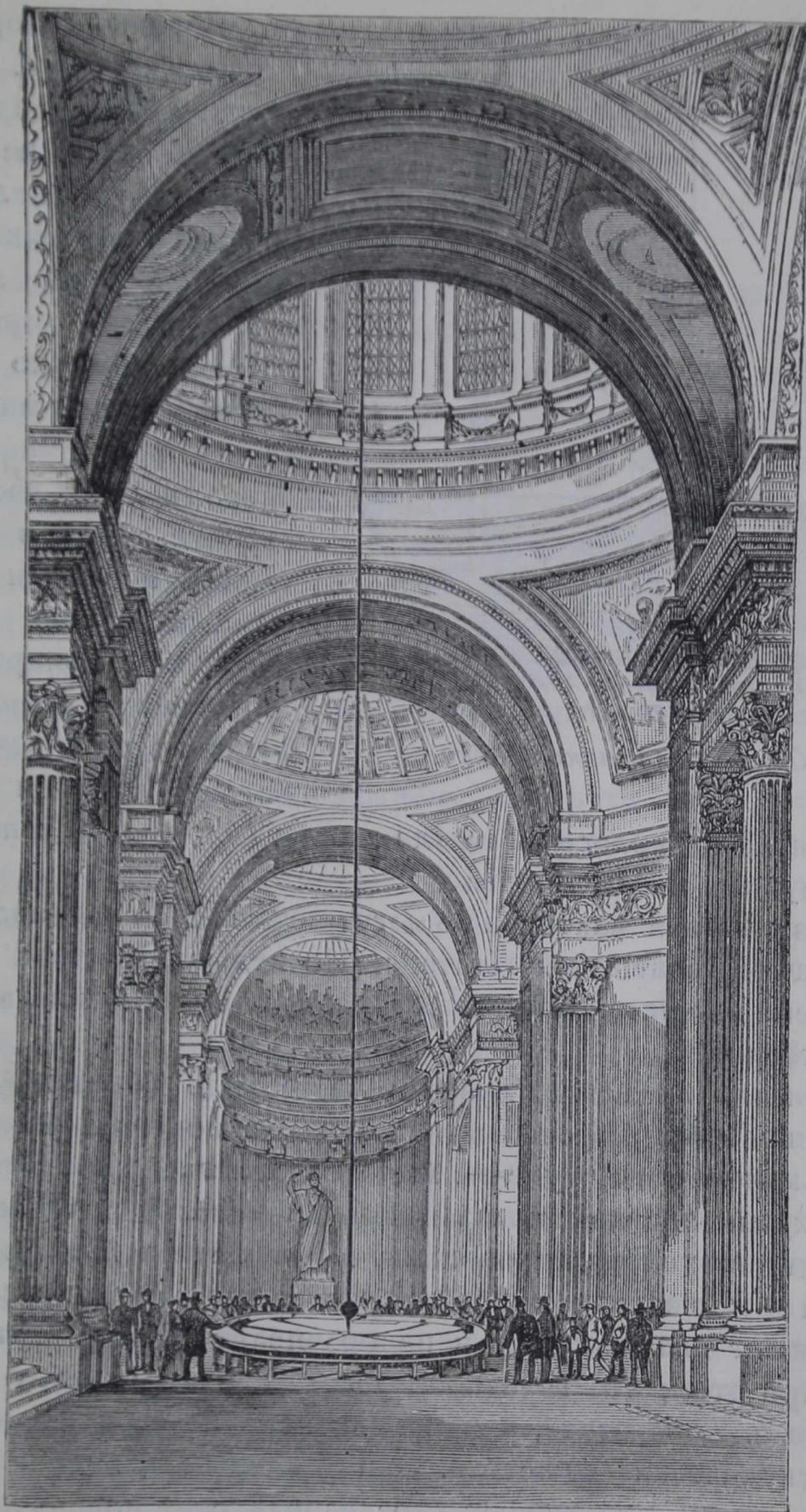
Мы могли узнать об этом, если бы даже никогда не видели ни неба, ни звезд: опыты, которые могут быть проведены на Земле (совсем без наблюдения неба), показывают, что каждые двадцать четыре часа Земля оборачивается один раз вокруг своей оси.

Почему же мы не замечаем этого, почему нам кажется, что Земля неподвижна, а кружатся по небу звезды и Солнце?

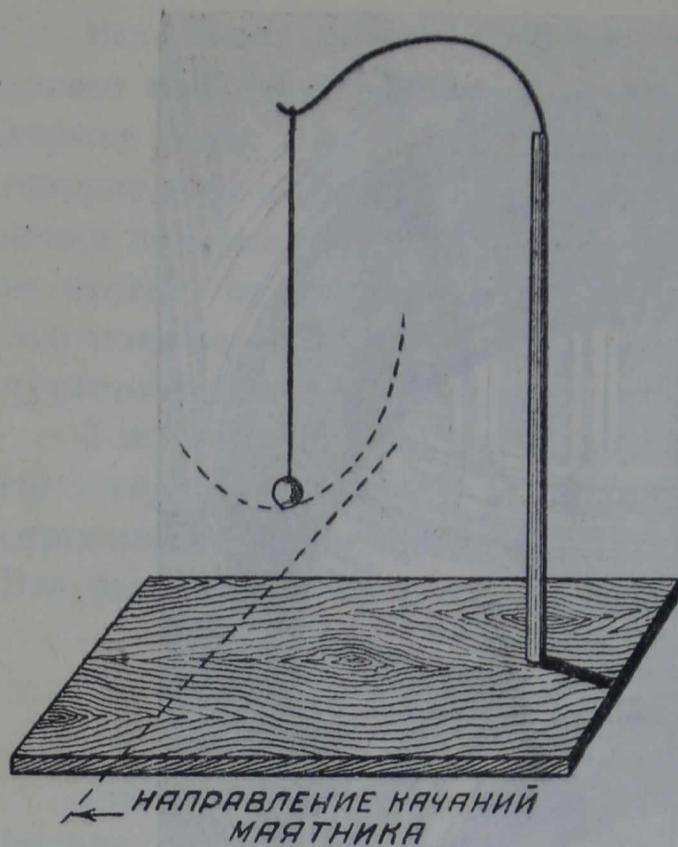
Потому, что мы сами находимся на вращающейся Земле. Разве вы замечаете движение поезда, когда едете в вагоне? Нет. Вам кажется, что поезд стоит, а бегут дома и деревья.

Какие же опыты говорят о вращении Земли?

Первый из них — опыт Фуко, поставленный в 1851 году. К потолку Пантеона в Париже прикрепили стальную проволоку длиной в 67 метров. К ее концу привесили шар весом в 25 килограммов. Шар отвели в сторону и привязали его жгутом к неподвижному предмету. Затем жгут пережгли, и шар стал качаться из стороны в сторону. Получился огромный маятник (он показан на рисунке), который действовал более суток.



*Маятник Фуко в Пантеоне.*



Опыт с маятником Фуко.

Маятник хорошо изучен физиками. Если маятник один раз толкнуть и затем не трогать, то направление качаний маятника не меняется: для этого нет никаких причин. При опыте Фуко плоскость качаний маятника все время поворачивалась по часовой стрелке. Пол в Пантеоне посыпали песком, а к низу шара маятника прикрепили заостренный стержень. Когда маятник качался, острие стержня чер-

тило на песке полосы, и каждая полоса ложилась западнее предыдущей. В чем же дело?

Раз качания маятника не могут менять свое направление, то, значит, вращается Пантеон. Но ведь и Пантеон стоял все время на месте. Следовательно, вращается Земля вместе с Пантеоном.

В антирелигиозном музее в Ленинграде (бывший Исаакиевский собор) устроен маятник Фуко длиной в 98 метров. Но маленький маятник Фуко вы можете сделать и сами. Вставьте в доску палку, как показано на рисунке, и приделайте к ней дугу из толстой проволоки. Привяжите к дуге нитку с грузом — и маятник готов. Качните груз в направлении, скажем, от двери к окну и поворачивайте доску. Вы заметите при этом, что груз попрежнему качается между окном и дверью. Вообразите, что на доске живут какие-нибудь микроскопические существа. Они не заметят вращения доски: им покажется, что меняют свое направление именно качания

маятника и что вращается комната с предметами и окном вроде нашего небесного свода с Солнцем и звездами.

Второй опыт, который показывает, что вращается Земля, а не небесный свод, — опыт с гироскопом. В первый раз этот опыт был проделан тем же Фуко.

Что такое гироскоп?

Это волчок, вставленный в раму. Рамка подвешивается так, что ось волчка может свободно принимать какое угодно направление. Когда гироскоп действует, его ось не меняет своего положения в пространстве: в каком положении его пустили в ход, в таком он и остается, пока вращается. Так же, как и в случае с маятником.

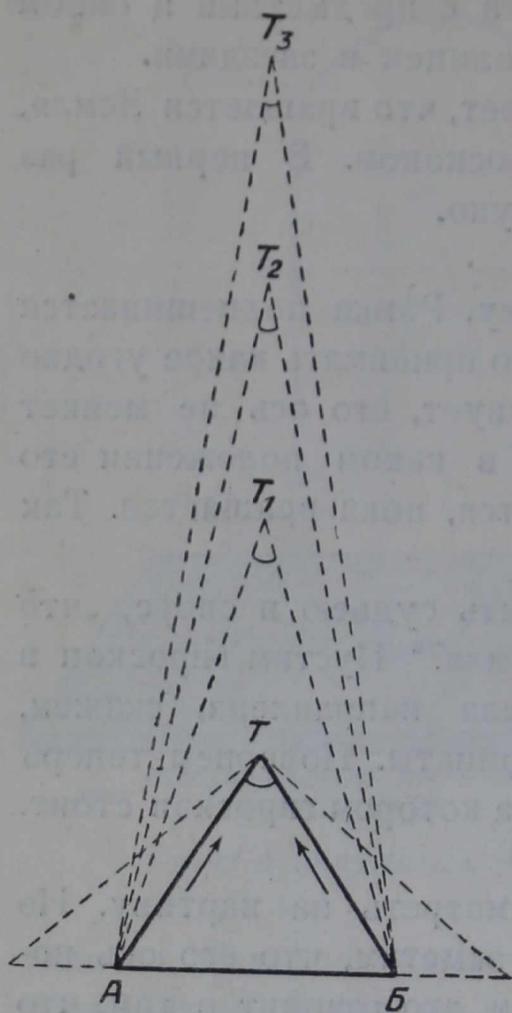
Ясно, что и гироскоп может быть судьей в споре, „что вращается — небесный свод или Земля?“ Пустим гироскоп в таком положении, чтобы его ось была направлена, скажем, на картину, висящую на стене комнаты. Повернем теперь ножку гироскопа или даже стол, на котором гироскоп стоит. Что же получится?

Гироскоп будет попрежнему смотреть на картину. Но через несколько часов мы все же заметим, что его ось повернулась. Как и опыт с маятником, это говорит о том, что вращается не небесный свод, а Земля.

Гироскоп оказался очень удобным для моряков: они пользуются им как компасом. Такой компас часто удобнее магнитного — например, на подводных лодках и судах, которые частично или даже целиком строятся из стали. Сталь влияет на магнитную стрелку компаса и делает его непригодным. Но „гироскопическому компасу“ безразлично, что около него находится: сталь, дерево или вода.

Вращает гироскопический компас электрический моторчик.

Когда судно выходит в море, гироскоп приводят в действие, направив его ось на север. И если судно повернется вокруг себя или проплывет по кругу, мы увидим, что ось гироскопа сделала круг. Но мы знаем, что это только кажется. На самом же деле повернулось судно с каютой. Значит, если бы мы никогда и не видели небесных тел, маятник



*С увеличением расстояния до предметов угол зрения уменьшается.*

$T$  от  $A$  и  $B$  — в  $T_1, T_2, T_3$  и т. д. — угол становится все меньше и меньше: разница между направлениями сглаживается.

А если точка  $T$  удалится на бесконечно большое расстояние? Тогда разницы между направлениями уже не будет никакой: оба наблюдателя в  $A$  и  $B$  увидят точку в одном и том же направлении. Угол между линиями  $AT$  и  $BT$  уменьшится до нуля, исчезнет: линии станут параллельными.

Направления, в которых мы видим звезды даже из противоположных мест Земли, кажутся нам параллельными: самые точные приборы не в состоянии обнаружить никакого угла между ними. Но, быть может, все же удалось бы это

и гироскоп рассказали бы нам о вращении Земли вокруг своей оси. И не только о самом вращении, но даже и о скорости этого вращении.

Увидев впервые звезды, мы, конечно, подумали бы, что они близки к нам. Но вскоре мы сделали бы такое открытие: направления, в которых они расположены от нас, остаются одними и теми же, с какого места Земли мы ни смотрели бы на них. А это говорит о том, что они очень далеки от нас.

Взгляните на рисунок. Допустим, что в точках  $A$  и  $B$  стоят два человека и смотрят на точку  $T$ . Они видят ее в разных направлениях. Разницу между этими направлениями показывает угол  $T$  (очерчен дугой). Но при удалении точки



1. Вращающийся небесный свод (см. стр. 12).

№ 28304

Российский Институт качественного  
и природного наследия  
Библиотека



*II. Путь метеора и туманность (см. стр. 31).*

сделать, если бы размеры Земли были больше? Ведь тогда мы могли бы наблюдать звезды при большем расстоянии между  $A$  и  $B$ , а на рисунке видно, что с увеличением линии  $AB$  растет и угол  $T$ .

Нет, при современной точности измерений не удалось бы, даже если бы Земля увеличилась в сотни раз, если бы расстояние  $AB$  возросло до миллионов километров... Вот как далеки от нас звезды! И земной шар, который кажется нам таким большим, — только ничтожная частичка Вселенной.

## Наш ближайший сосед — Луна

Если мы будем наблюдать Луну из двух обсерваторий, находящихся далеко друг от друга, мы увидим ее в несколько разных направлениях. Следовательно, она ближе к Земле, чем звезды. По разнице между направлениями, в которых мы видим ее из двух обсерваторий, нетрудно узнать, как далека она от нас.

Вернемся к рисунку. Длина линии  $AB$  нам известна. Это — расстояние между наблюдателями, смотрящими на точку  $T$ .  $A$  и  $B$  — углы между направлениями, в которых каждый наблюдатель видит  $T$  и своего товарища. Углы можно измерить. А зная их величину и длину линии  $AB$ , легко вычислить расстояния  $AT$  и  $BT$ .

Расстояния между различными местами на земной поверхности измеряют землемеры и топографы. Пользоваться при этом веревками или лентами очень неудобно, — например, через реки, болота, озера. Но вязнуть в болотах и ходить по воде вовсе не нужно: в удобном месте измеряется на поле линия  $AB$  и углы  $A$  и  $B$ . Расстояние же до неприступного места  $T$  вычисляется в комнате за столом.

Подобным способом можно измерять и высоту гор, не поднимаясь на них, расстояние неприятельских пушек от нас и даже расстояние Луны от Земли. И его измерили. Оно равно  $384 \cdot 10^3$  километров.

Но Луна не остается на одном месте: ее положение на звездном небе все время заметно меняется. Наблюдая за ее движением, нашли, что она вращается вокруг Земли. Каждый ее оборот продолжается  $27\frac{1}{3}$  дня.

За исключением Солнца, Луна кажется нам самым большим небесным телом. Но на самом деле она — одно из самых малых светил. Ее диаметр равен всего 3476 километрам. Это немногим больше четверти диаметра Земли. А объем Луны в 50 раз меньше объема Земли. Выглядит же Луна крупнее других светил только потому, что она — наша ближайшая соседка. А ведь чем ближе предмет, тем больше он нам кажется.

Вы знаете, что Луна светит не собственным светом. Как зеркало, висящее на небе, она отражает свет Солнца. Один раз в месяц — это время принято называть „полнолунием“ — мы видим весь диск Луны светлым. Когда же освещена только часть диска, мы видим лунный серп. Но иногда виднеется одновременно и остальная часть Луны „пепельного“ цвета. Это слабое освещение — отраженный от Земли свет Солнца. Земля так же освещает лунную поверхность, как Луна земную. Если бы мы попали на Луну, мы увидели бы на ночном небе еще большее зеркало — Землю. И земная поверхность, слабо освещенная луной, казалась бы нам тоже пепельного цвета. Мы назвали бы его „пепельным светом Земли“.

## Солнце

Оно дальше от нас, чем Луна, почти в 400 раз: расстояние Солнца от земли равно  $149,5 \cdot 10^6$  километров.

Различать такие большие расстояния мы не можем. Наши глаза не ощущают разницы между ними: и Солнце, и Луна кажутся нам одинаково удаленными от Земли. Но вместе с тем они кажутся и одинаковых размеров. Поэтому, когда во время затмений Луна становится между Землей и

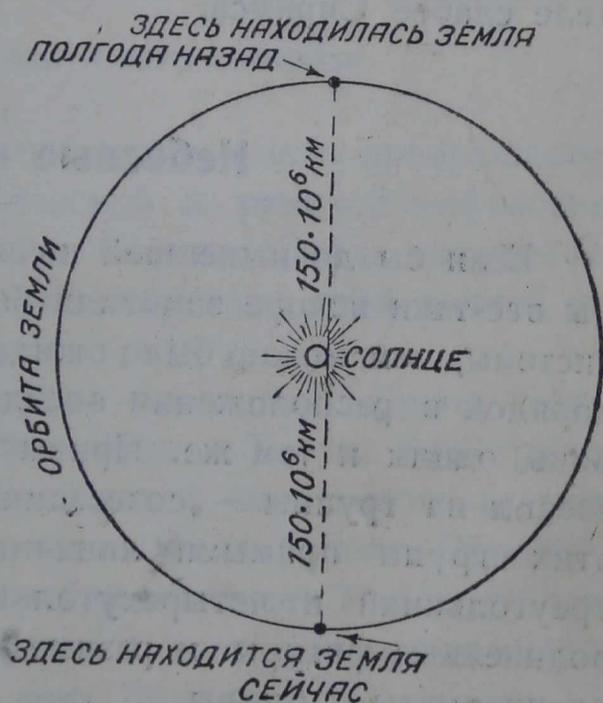
Солнцем, она может целиком закрыть его от нас. А так как расстояние от Земли до Солнца в 400 раз больше расстояния до Луны, то на самом деле диаметр Солнца должен быть в 400 раз больше диаметра Луны, или в 109 раз больше диаметра Земли. Его длина равна  $1,39 \cdot 10^6$  километров.

## Расстояния до звезд

Мы говорили уже о том, что если увеличивать на рисунке (стр. 16) линию  $AB$ , то разница в направлениях  $AT_3$  и  $BT_3$  будет становиться все заметнее. Самое большое расстояние  $AB$ , которое может быть на Земле, — это длина земного диаметра. Но как поступить, если его нехватает? Если он слишком мал, чтобы заметить с его концов разницу в направлении звезд? Нельзя ли найти за пределами Земли линию подлиннее, отправившись для этого в какое-нибудь очень большое путешествие?

Оказывается, что можно. И не только можно, но мы и на самом деле все время путешествуем в мировом пространстве. Правда, не по своей воле, но зато быстро и бесшумно. Это постоянное путешествие — обращение Земли вокруг Солнца. А так как один оборот ее длится год, то, следовательно, полгода назад она была на противоположной стороне своей орбиты.

Каково же расстояние между противоположными сторонами земной орбиты? Из рисунка видно, что оно вдвое больше расстояния Земли от Солнца и равно, значит, при-



Диаметр орбиты Земли.

близительно  $300 \cdot 10^6$  километров. Только после такого далекого путешествия можно увидеть звезды в других направлениях, чем шесть месяцев назад. Но даже при линии *АВ* в  $300 \cdot 10^6$  километров разница между этими направлениями так ничтожна, что только самые точные инструменты могут уловить ее. Да и то только в отношении ближайших звезд.

Самая близкая из них — это Проксима Центавра, что значит — „ближайшая“ в созвездии Центавра. Она очень слаба и видна только в южном полушарии. Ее расстояние от нас оказалось равным примерно  $40 \cdot 10^{12}$  километров, или четырем с лишним световым годам. Это значит, что ближайшая звезда в 270 000 раз дальше от нас, чем Солнце.

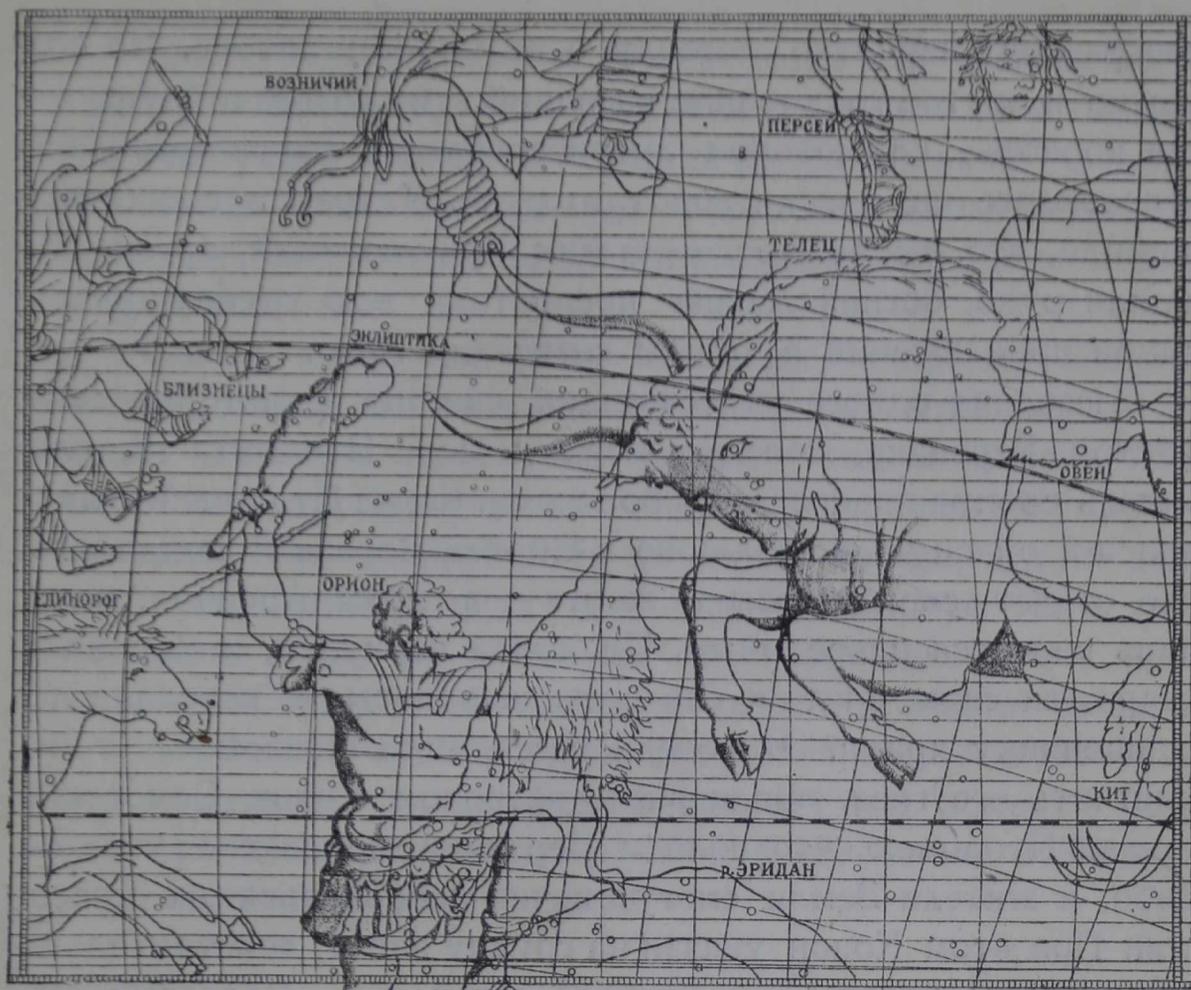
Ярче всех звезд нам кажется Сириус. Он находится от Земли на расстоянии  $82 \cdot 10^{12}$  километров, или 8,6 светового года. Хотя Сириус вдвое дальше от нас, чем Проксима Центавра, но света он посылает нам в 70 000 раз больше.

Кроме Проксимы Центавра, нашли еще пять звезд, более близких к Земле, чем Сириус. А так как, несмотря на это, они кажутся менее яркими, то, значит, они и на самом деле слабее Сириуса.

## Небесные картинки

Если бы до нынешней ночи мы никогда не видели звезд, мы все-таки вскоре заметили бы в их расположении больше системы, чем можно было ожидать. Мы обнаружили бы, что порядок в расположении светлых точек остается из ночи в ночь одним и тем же. Привыкнув к нему, мы разбили бы звезды на группы — „созвездия“. Соединив мысленно звезды этих групп прямыми линиями, мы увидели бы на небе треугольники и четырехугольники, прямолинейные и криволинейные фигуры и разные затейливые узоры, похожие на предметы и буквы.

Наши предки давали созвездиям названия предметов, животных, а часто и имена героев легенд. Некоторые груп-



*Орион и примыкающие к нему созвездия.*

пы созвездий изображают целые мифы, и небо превращается в книгу картинок древнегреческой и римской мифологии. Вращаясь вокруг своей оси и Солнца, Земля показывает нам, страницу за страницей, все картинки этой вечной небесной книги.

На рисунке показана группа созвездий: Орион, Большой Пес, Малый Пес, Заяц, Единорог и Телец. Эта группа изображает могучего охотника Ориона, опоясанного ослепительным кушаком из трех ярких звезд („Пояс Ориона“). Размахивая дубиной, Орион храбро встречает Тельца, то есть быка, кидаящегося на охотника с выставленными вперед рогами. У ног Ориона течет река Эридан.

Другая группа созвездий — Арго (корабль или ковчег), Голубь, Ворон, Заяц, Гидра (водяная змея) и Чаша (кубок) —

изображает, вероятно, легенду о всемирном потопе. Но возможно и другое толкование названий этих созвездий. Арго — это корабль, на котором древнегреческие герои-аргонавты отправились на поиски золотого руна. У греков сложилась легенда, что, когда после многих приключений аргонавты нашли руно, богиня Афина превратила всю группу участников приключений в звезды созвездия Арго.

Название одного из созвездий связано с историческим фактом. Вереника, жена египетского царя Птолемея III, славилась своими прекрасными волосами. Когда Птоломей отправился в опасную экспедицию в Сирию, Вереника поклялась, что отдаст свои волосы в жертву в храм Арсинои, если царь вернется невредимым. Птоломей вернулся, и Вереника сдержала свою клятву: она срезала волосы и передала их священнику храма. Это очень рассердило Птолемея. Чтобы смягчить его гнев, придворный астроном Конон Самосский сказал Птоломее, что волосы Вереники помещены уже на небо, и жители Земли смогут вечно любоваться их красотой. При этом Конон указал на группу звезд, действительно похожую на волосы и названную с тех пор „Волосами Вереники“.

Если вы хотите знать, как прекрасны были ее волосы, взгляните весенним вечером на небо: вы увидите их неподалеку от созвездий Колесницы и Большой Медведицы.

## Адреса звезд

Как вы находите в городе нужный вам дом? Прежде всего вы ищете улицу, на которой он находится. Вообразите, что звездное небо — это большой город, а каждая звезда — дом. Заведем в этом небесном городе те же порядки, что и в земном: будем искать звезды по „улицам“ — созвездиям. Но у домов есть номера. Их имеют также и звезды на своих улицах. И получают точные „адреса“: например, „27 Большого Пса“.

Кроме номеров, многие звезды носят еще названия греческих букв: альфа ( $\alpha$ ), бета ( $\beta$ ), гамма ( $\gamma$ ), дельта ( $\delta$ ) и так далее. Первой буквой — альфой — обозначается большей частью самая яркая — главная — звезда созвездия; следующие же — более слабые — называются остальными буквами по порядку алфавита.

Самые известные дома в городе, например заводы и театры, можно найти и без адреса: у них есть собственные имена. Также и некоторые звезды — самые яркие — имеют такие имена: Сириус, что значит „сверкающая“, Арктур, Капелла, Вега и другие. Но их можно называть и по „адресам“ созвездий. А если нам скажут: Сириус — это альфа Большого Пса, то, кроме его местонахождения, мы узнаем еще, что Сириус — самая яркая звезда в своем созвездии.

А у самых слабых звезд „адресов“ нет. Говоря о них, надо указывать их положение на небе или номер в звездном каталоге. Так, например, „Вольф 359“ — это 359-я звезда в каталоге астронома Вольфа.

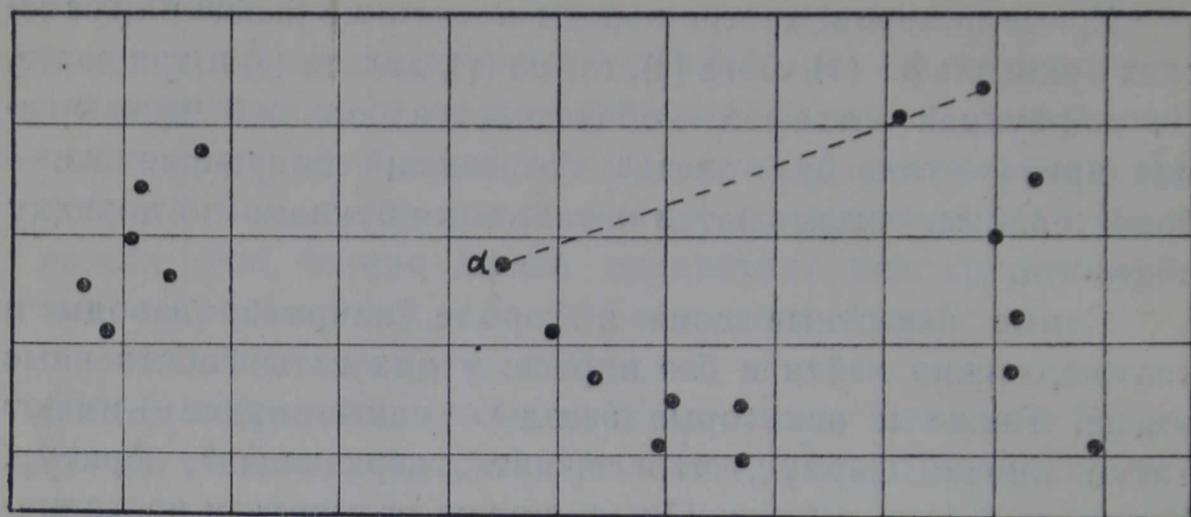
## Полярная звезда

Если вам знакомо только одно созвездие, то это, безусловно, Большая Медведица. И не раз, вероятно, вы любовались семеркой ее ярких звезд. Кто не знает эту небесную картинку, похожую на кастрюлю или ковш?

Неподалеку от нее мы видим другой почти такой же ковш, меньших размеров. Он также состоит из семи звезд, но расположенных в обратном порядке. Это — созвездие Малой Медведицы.

Соединим мысленно две звезды передней части большого ковша прямой линией, как показано на рисунке. Если продолжить эту линию вверх от ковша, она встретит крайнюю звезду ручки малого ковша. Это — альфа Малой Медведицы. Но у нее есть и собственное имя: Полярная звезда.

Отчего она так названа?



КАССИОПЕЯ

МАЛАЯ МЕДВЕДИЦА  
И ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА

БОЛЬШАЯ  
МЕДВЕДИЦА

*Схема созвездий Большой и Малой Медведицы.*

Оттого, что она находится почти над полюсом — над северным полюсом Земли. Это значит, что она лежит почти на продолжении земной оси, и поэтому нам кажется, что вокруг нее вращается весь мир. В воображении наших предков рисовалась, вероятно, такая картина: несчастная Малая Медведица — вы видите ее на рисунке — привязана за кончик хвоста; стараясь освободиться, она вращается с востока на запад; а вместе с ней вращается на ее хвосте вокруг Полярной звезды и весь небесный свод.

На картах северного и южного звездного неба вы можете найти наиболее известные звезды и созвездия. Вокруг Малой Медведицы вы видите Большую Медведицу, Кассиопею, Персея, Жирафа и Дракона. Они никогда не заходят и видны в любое время года в течение всей ночи.

Дальше от Полярной звезды идет второй круг созвездий: Орион, Большой Пес, Гидра, Лев, Геркулес, Змея, Орел, Лебедь, Козерог, Пегас и другие. Эти созвездия не всегда можно видеть; каждое из них в свое время восходит, проходит по небу и, как Солнце и Луна, заходит.

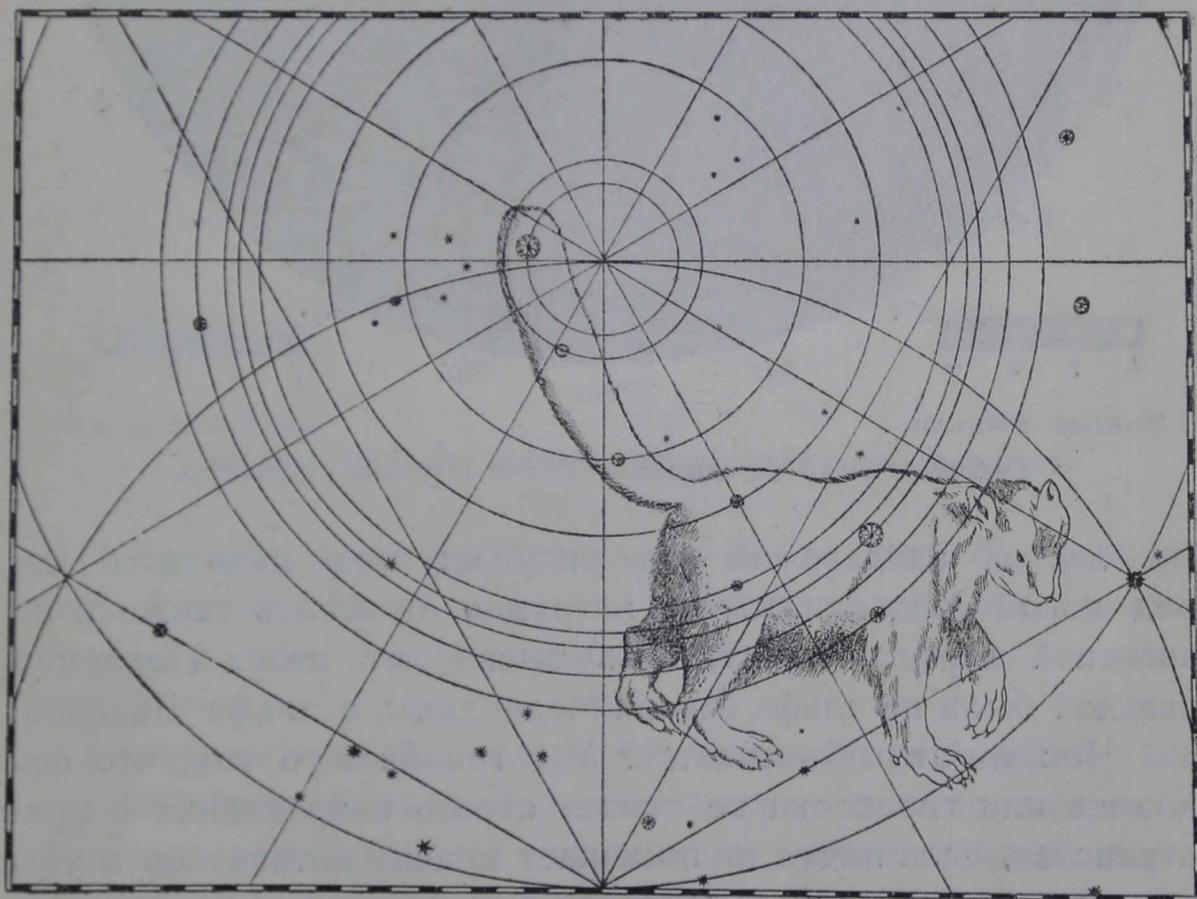
Еще дальше от Полярной звезды лежат созвездия, которые в северном полушарии вообще не видны. Это созвездия

южного неба: Южный Крест, Центавр, Корабль, Часы, Столовая Гора и другие.

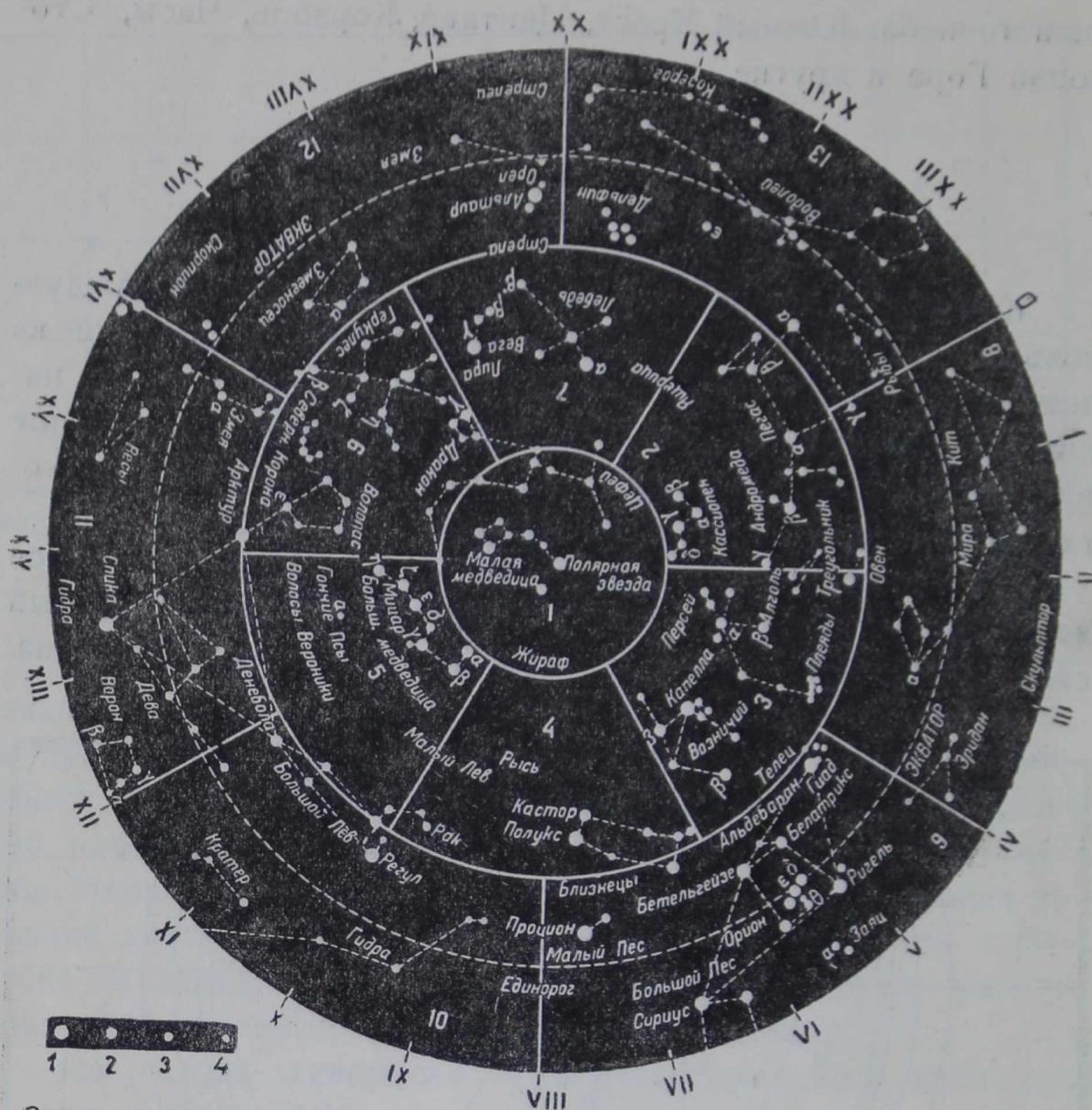
## Странствование полюса мира

Картина звездного неба неизменно повторяется каждую ночь и остается той же самой из года в год и даже из поколения в поколение. Это показывают звездные карты наших отдаленных предков. Расположение созвездий в наше время такое же, каким оно было пять тысяч лет назад, когда египтяне, халдеи и китайцы начали изучать небо.

Но кое-что изменилось. Теперь все звезды кружатся вокруг кончика хвоста Малой Медведицы, а тогда небесный свод вращался вокруг звезды Тубан — альфы Дракона.



*Рисунок Малой Медведицы.*

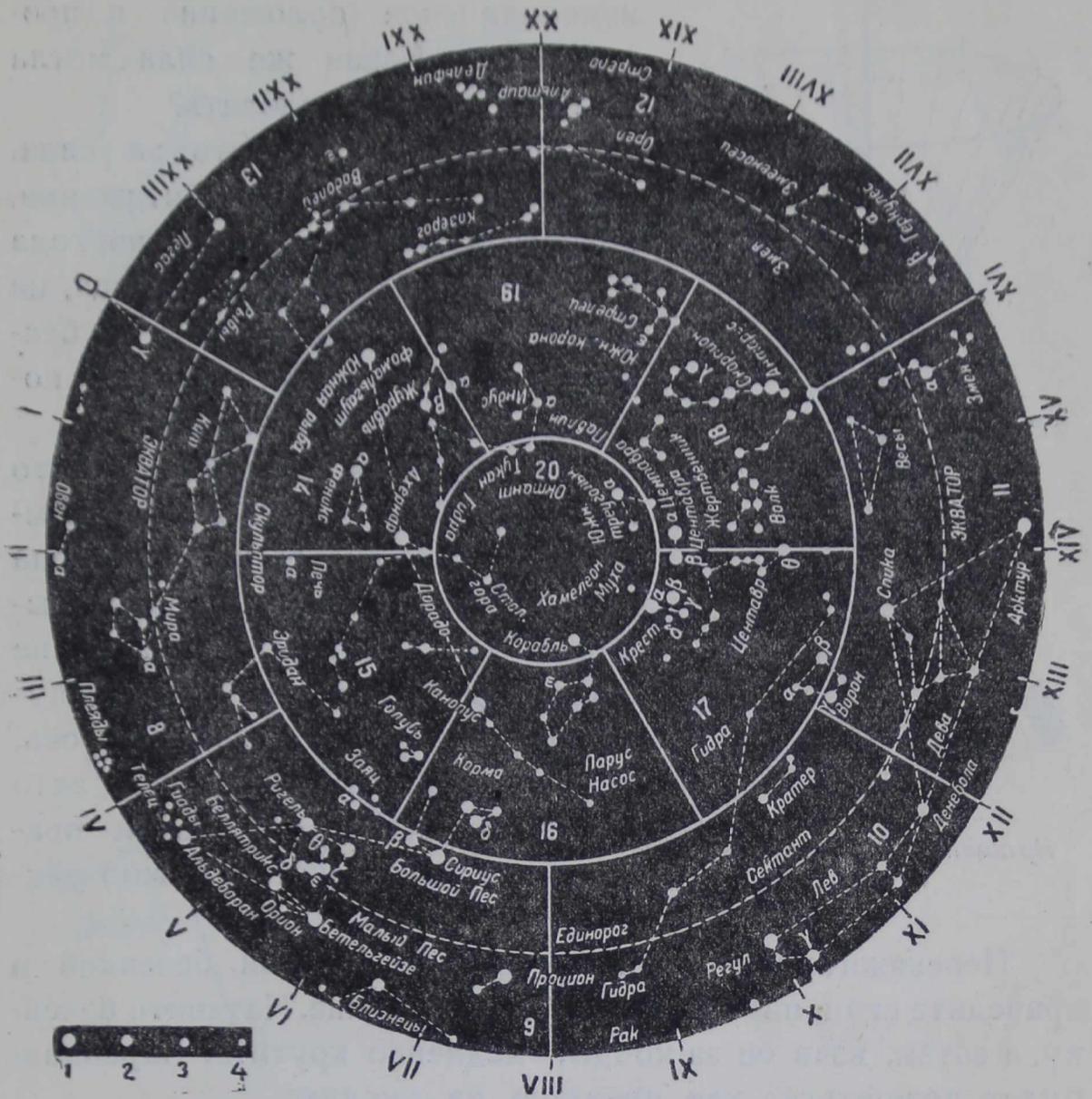


Звездные величины

Северное небо до широты  $25^\circ$  к югу от экватора.

Вы легко найдете ее на рисунке: она находится перед носом Медведицы. Ее нетрудно отыскать также и на звездной карте. Значит, пять тысяч лет назад Полярной звездой была не альфа Малой Медведицы, а альфа Дракона.

Чем же это объясняется? Мы говорили о том, что ось волчка или гироскопа не меняет своего направления в пространстве, если ничто не помешает волчку оставаться в том положении, в каком его пустили в ход. Но силой, конечно, можно заставить его изменить это положение.

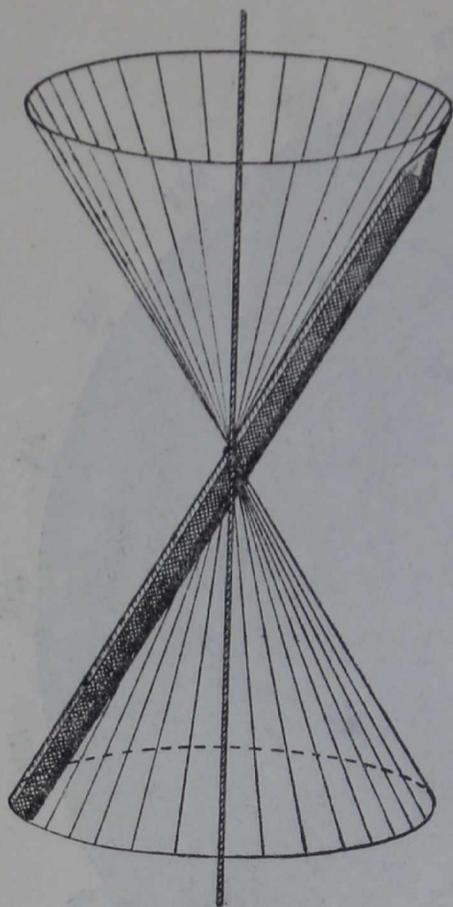


Звездные величины

Южное небо до широты  $25^\circ$  к северу от экватора.

Вращающаяся в пространстве Земля — это большой волчок. Следовательно, и ее ось должна всегда оставаться в одном и том же положении. Но так ли это на самом деле?

Нет, не так. Мы только что видели, что полярные звезды меняются. А ведь Полярная звезда должна находиться над северным полюсом Земли — на продолжении ее оси. И если пять тысяч лет назад небесный свод казался вращающимся вокруг другой звезды, то, следовательно, земная ось



Вращение карандаша на бечевке.

изменила свое положение в пространстве. Какая же сила могла заставить ее это сделать?

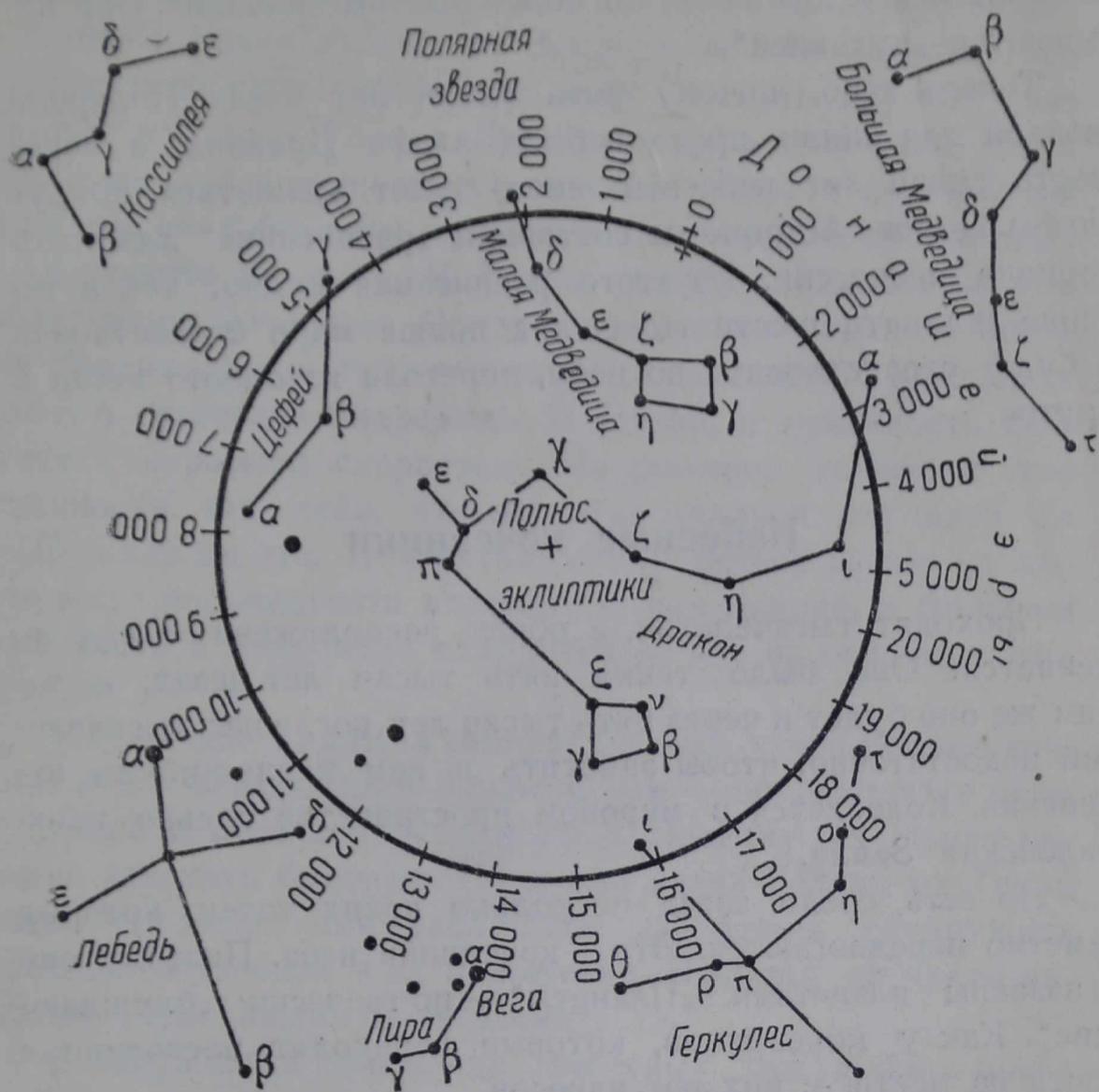
Мы знаем, что это за сила. Это — сила солнечного притяжения, которая заставляет Землю из года в год вращаться вокруг Солнца, не давая ей улететь от него в бесконечность. Но почему Солнце повернуло ось земного шара?

Мы говорим „земной шар“. Это не совсем верно. Своей формой Земля напоминает скорее мандарин: она сплюснута у полюсов и более выпукла на экваторе. Притяжение Солнца действует на эту выпуклость и вращает земную ось, правда, очень медленно, но зато непрерывно. Как ось Земли вращается в пространстве, можно увидеть на простом опыте.

Перевяжите карандаш в середине толстой бечевкой и приведите его в параллельное ей положение. Натяните бечевку, а затем, взяв ее за концы, медленно крутите. Карандаш будет вращаться, как показано на рисунке.

Вы видите, что кривая поверхность, которую он описывает в пространстве, напоминает две склеенные отверстиями воронки. А кончик карандаша чертит в это время кружок. Если бы вы расположили на этом кружке несколько звездочек, острое карандаша поочередно указывало бы то на одну из них, то на другую. Такое же движение, как карандаша на бечевке, вы можете наблюдать и у вращающегося на столе волчка. Вообразите теперь на месте карандаша земную ось, и тогда вам все станет ясно.

Вот почему „полюсы мира“ — точки неба над полюсами Земли — меняют свое место, передвигаясь по кругу. Ворон-



Странствование полюса.

кообразное вращение оси волчка в пространстве имеет в механике свое имя: оно называется „прецессией“; время же, в течение которого ось волчка описывает в пространстве полные воронки, а ось полюса мира — полные круги, — „периодом прецессии“. А так как Солнце вращает земную ось очень медленно, то период земной прецессии длится около двадцати шести тысяч лет.

Но оказывается, что положение земной оси изменяет не только Солнце, а и Луна: ведь и она притягивает Землю. Так что к медленным, широким движениям прецессии при-

бавляются еще меньшие, но более быстрые качания. Они называются „нутацией“.

Теперь ясно, почему пять тысяч лет назад Полярной звездой для наших предков была альфа Дракона, а через шесть тысяч лет небесный свод будет вращаться вокруг альфы Цефея. Астрономы составили „расписание“ для всего периода прецессии. Из этого расписания видно, как в течение двадцати шести тысяч лет полюс мира странствовал и будет странствовать по небу, переходя из одного места в другое.

### Небесные кочевники

Проходят тысячелетия, а общее расположение звезд не меняется. Оно было таким пять тысяч лет назад, и таким же оно будет и через пять тысяч лет после нас: тысячелетий недостаточно, чтобы заметить в нем какие-нибудь изменения. Колеблется в мировом пространстве только наша маленькая Земля.

Но есть среди звезд несколько ярких точек, которые заметно передвигаются. Это — кочевники неба. Поэтому они и названы планетами. „Планеты“ — по-гречески „блуждающие“. Как у кочевников, которые переходят постоянно с места на место, у них нет адресов.

В древности знали только пять планет. Им дали имена римских богов: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. О том, что Земля — шестая планета, нашим предкам, конечно, не было известно. Остальные три, самые далекие от Солнца планеты, были открыты гораздо позднее:

Уран — в 1781 году

Нептун — „ 1846 „

Плутон — „ 1930 „

Небесные тела двигаются со скоростью в десятки, сотни и даже тысячи километров в секунду. Но чем ближе к нам движущийся предмет, тем быстрее мы обнаруживаем его.

движение. Это дает возможность судить о том, какое светило ближе и какое дальше от Земли: если нам кажется, что одно светило передвигается по небу быстрее другого, значит, оно и ближе. Только Луна не идет в счет: как сосед по вагону, она путешествует вместе с нами, и поэтому мы не видим ее собственного движения в солнечной системе.

Взгляните на фото II. Белая полоса оставлена на нем пролетевшим метеором. Овальное пятно в середине — Большая туманность (о том, что такое „туманность“, поговорим особо) в созвездии Андромеды. И метеор, и туманность движутся с огромной скоростью. Но заметное движение этой туманности так мало, что мы и за миллион лет едва ли обнаружили бы его. И понятно почему: метеор заснят на высоте всего восьмидесяти километров над Землей, а Большая туманность в Андромеде находится от нас на огромном расстоянии.

Что мы еще видим на снимке? Он весь усеян белыми точками. Это — звезды. Они ближе к нам — они находятся между Землей и Большой туманностью. Поэтому их движение можно заметить быстрее. Но и они очень далеки от Земли нужно тысячелетиями наблюдать их, чтобы обнаружить малейшее изменение в их положении. Поэтому их часто называют „неподвижными звездами“.

Обнаруживать движение небесных тел можно очень простым способом: фотографированием. Снимем при большой выдержке группу людей. Если кто-нибудь в это время двинется, снимок будет испорчен. Двинувшийся выйдет на снимке как туманное, расплывшееся пятно.

Астрономы фотографируют части неба при долгой выдержке. При этом телескоп, фотографирующий небо, приводится в движение особым механизмом (часовым, электрическим): он должен так же вращаться, как и небесный свод. Иначе получится то, что вы видели на фото I.

При таком фотографировании, когда фотоаппарат в точности следует за движением звезд, изображение каждой звезды остается постоянно на одной и той же точке пла-

стинки. Но движущееся светило, которое за время выдержки прошло по небу заметное расстояние, выйдет расплывшимся. А если сфотографировать какой-нибудь участок неба дважды, с промежутком в несколько дней, то такое светило окажется на этих снимках вообще на разных местах.

Этим способом были обнаружены многие близкие к нам небесные тела; так была открыта в марте 1930 года планета Плутон.

## Изолированная колония

Можно подумать, что при большом разнообразии небесных тел также разнообразны должны быть и наблюдаемые нами скорости их передвижения. Казалось бы, что для любой скорости, которую мы пожелали бы увидеть на небе, от скорости Луны до скорости звезд, можно было бы подобрать какое-нибудь небесное тело. Но в действительности это совсем не так. Есть только довольно большие видимые скорости планет и почти незаметные скорости звезд. А промежуточных нет. Как если бы на Земле двигались только поезда и улитки.

Чем же это объясняется?

Наша планетная система вместе с Землей — только маленькая колония во Вселенной. И самый далекий член этой колонии намного ближе к нам, чем ближайшая неподвижная звезда. Поэтому нам и кажется, что планеты движутся гораздо быстрее звезд, хотя в действительности звезды проходят в час большее расстояние, чем планеты.

Самая далекая из всех открытых до сих пор планет — Плутон. Он в сорок раз дальше от Солнца, чем Земля. Свет от него идет до нас пять с половиной часов, а от ближайшей звезды, как вы знаете, — больше четырех лет. Эта ближайшая звезда — Проксима Центавра — в 7 000 раз дальше от Земли, чем Плутон, и в 270 000 раз дальше, чем Солнце.



*III. Луна (первая четверть) (см. стр. 40).*



*IV. Часть лунной поверхности (см. стр. 40).*

Вы видите, как обособлена наша маленькая колония во Вселенной? Даже в самых малонаселенных местах земного шара нет ничего подобного. Если мы представим себе планетную систему в виде маленького поселка, находящегося под Москвой, то ближайшего к этому поселку человека надо было бы поселить где-нибудь в Африке.

Главный член нашей колонии — Солнце. И его, как и планеты, мы тоже видим движущимся среди звезд. Вы не замечали этого до сих пор потому, что в освещенной Солнцем земной атмосфере слабый свет звезд теряется для невооруженного глаза. Астроному же звезды видны в телескопы и при полном дневном освещении. Поэтому ему нетрудно проследить передвижение Солнца по небесному своду.

Движение Солнца можно обнаружить и без телескопа. И это было сделано еще в глубокой древности — за много тысячелетий до изобретения телескопа.

В полдень Солнце находится на юге, а в полночь — в точно противоположном направлении пространства — на севере (под горизонтом). Глядя в полночь на юг одну ночь за другой, мы увидим в разные ночи разные части неба. Значит, Солнце, находящееся в точке, противоположной югу, тоже должно быть каждую ночь в разных частях небесного свода.

И действительно: если бы Солнце было неподвижным, его положение среди звезд не менялось бы. Но на самом деле мы наблюдаем другое: звезды, видимые во время вечерних зорь на южной части неба, через несколько недель сверкают в те же часы на западном небосклоне. Затем они гаснут в лучах вечерней зари и, как бы исчезнув на время за Солнцем, через несколько дней вновь появляются, но уже по другую сторону Солнца — в лучах утренней зари. Например, созвездие Ориона, украшающее зимой ночное небо, весной видно по вечерам на западе. В июне оно скрыто в лучах Солнца, которое находится в это время как раз над ним. А в июле Орион снова виден, но уже в

лучах утренней зари. Но звезды неподвижны, значит, движется между ними Солнце.

Мы знаем, как люди представляли себе прежде устройство Вселенной. Им казалось, что Земля — это центр не только нашей колонии, но и всего мира. Как же они объясняли себе движение небесных тел?

Они думали, что Солнце, Луна и планеты прикреплены к прозрачным сферам — огромным колпакам, которые кружатся вокруг Земли на разных расстояниях; звезды же прикреплены к самой большой сфере, наиболее удаленной от Земли.

В 1543 году в работе „Об обращении небесных тел“ Николай Коперник показал, что видимые движения Солнца и планет можно очень просто объяснить и без „небесных сфер“. Коперник предположил, что Земля — такая же планета, как другие, и что все планеты обращаются вокруг Солнца. Солнце же неподвижно. Значит, центр нашей колонии именно оно, а не Земля.

Теория Коперника вызвала много споров. Тех, кто соглашался с нею, жестоко преследовало духовенство. Но в конце концов теория Коперника победила: Галилей и его последователи доказали ее правильность. Следовательно, годовое движение Солнца среди звезд — движение кажущееся. Оно объясняется обращением Земли вокруг Солнца.

## ПУТЕШЕСТВИЕ В ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ

Из чего состоят Луна и Солнце? Каково внутреннее строение звезд? Вот вопросы, над которыми в последние годы ученые много поработали.

Полететь на Луну, Солнце и звезды, чтобы все это выяснить, нельзя. Но у нас есть телескопы. Они, можно сказать, приближают к нам небесные тела, частично заменяя этим полет. Даже обыкновенный театральный бинокль — и тот как бы приближает сцену.

Огромные телескопы открывают перед нами глубины Вселенной. Только в одном случае они бессильны: когда они наталкиваются на непрозрачную материю. Но тогда захватывающую повесть об устройстве Вселенной продолжают вычисления математиков.

Телескоп в союзе с математикой — это замечательная ракета, на которой воображение уносит нас за пределы земного шара и срывает перед нами завесы с далеких миров.

## Во внешнем пространстве

Солнце — вот куда мы сразу же направим нашу воображаемую ракету.

Чтобы преодолеть притяжение Земли, надо вылететь со скоростью в одиннадцать километров в секунду. Это в семь раз больше скорости снаряда, вылетающего из сверхдальнобойного орудия. И все же полет до Солнца продлится около пяти месяцев.

Вот мы вылетели... Все краски природы мгновенно исчезают. Небо резко темнеет и делается черным, как в полночь. Одновременно вспыхивают звезды. Но они не мерцают — они горят ровно на черном бархате неба. Их непривычно острый свет режет глаз.

Солнце раскаляется добела. Его яркая, стальная белизна невыносима для зрения. Тени становятся резкими, черными, как уголь, и мрачными.

Почему все это произошло?

Потому, что мы в несколько секунд пролетели и покинули земную атмосферу. И теперь, когда ее вокруг нас уже нет, мы чувствуем утраченную вместе с ней красоту, которую она окружает на Земле нашу жизнь.

Чем же объясняется такое свойство атмосферы?

Представьте себе волнующееся море. В море стоят столбы. Большим волнам они не мешают: дойдя до столбов, волны размыкаются, за столбами снова смыкаются и, как ни в чем не бывало, продолжают свой путь, как движущаяся толпа, когда на ее пути встречается дерево. Но произойдет ли то же самое с мелкими волнами и рябью?

Нет — их движение столбы задержат. Наскочив на столбы, мелкие волны и рябь отразятся, как отскакивает от стены брошенный мяч. Отразившись, они распространятся в разные стороны — „рассеются“, как говорят в механике.

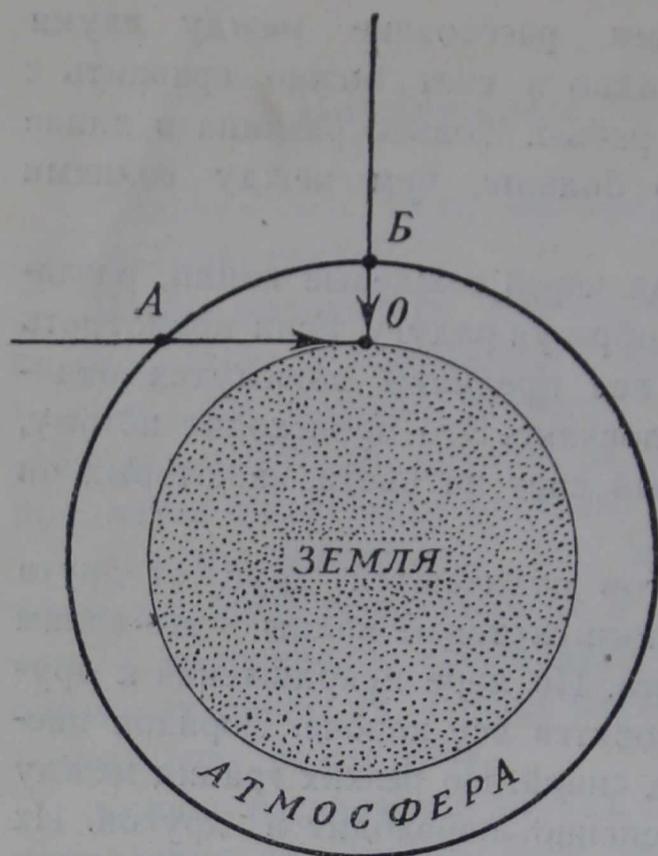
Раскаленное тело излучает вокруг себя волны света — так же как радиопередатчик посылает во все стороны радиоволны. Но радиоволны намного длиннее световых.

Длиною волны мы называем расстояние между двумя соседними гребнями волн. Радио и свет можно сравнить с морским прибоем и мелкой рябью. Только разница в длине волн радио и света гораздо больше, чем между волнами прибоя и рябью.

Солнечный свет, проходя через дождевые капли, разлагается на составные цвета, образуя радугу. Если посмотреть сквозь прозрачную призму, все предметы покажутся окаймленными разноцветными полосками. Это происходит потому, что и призма разлагает белый свет на цвета, из которых он состоит.

Лучи света разных цветов отличаются друг от друга длиной волны. Самые длинные световые волны — это волны лучей багрово-красного света. По мере приближения к другому краю радуги они становятся все короче. Порядок цветов такой: красный, желтый, синий. Но резких границ между ними нет: один цвет постепенно переходит в другой. Их смешение дает новые цвета — кирпичный, оранжевый, зеленый, голубой — и много их оттенков. Крайний цвет радуги — фиолетовый. Его волны — самые короткие. Правда, за ним есть более коротковолновые лучи, но их наш глаз уже не ощущает — мы не видим их. Не видим мы также и лучей по ту сторону радуги до красных. Они называются „инфракрасными“, или „ультракрасными“. Их волны слишком длинны для нашего зрения.

Через огромные расстояния почти пустого пространства путешествуют к нам лучи света от далеких светил. Но у самой Земли они вдруг наталкиваются на неожиданное препятствие. Это — наша атмосфера. Она состоит из молекул (частичек) воздуха, среди которых плавают молекулы других газов, воды и тончайшая пыль. Все эти частички — такие же препятствия на пути световых волн, как столбы на пути морских волн. Но большим, то есть длинным, волнам света они почти совсем не мешают двигаться. Поэтому большая часть красных и желтых лучей почти целиком доходит до нас. Эти лучи идут сквозь атмосферу неуклонно,



*Когда Солнце на горизонте, лучи света проходят более толстый слой атмосферы.*

Почему Солнце при восходе или закате красное? Потому, что его лучам приходится тогда проходить более толстый слой атмосферы, чем в полдень. Это показано на рисунке. Когда в точке  $O$  полдень, лучи света падают отвесно по линии  $BO$ , а с горизонта они идут по линии  $AO$ . Но  $AO$  длиннее, чем  $BO$ , то есть слой атмосферы по линии  $AO$  толще, чем по линии  $BO$ . Значит, вечером мы получаем от Солнца еще меньше синих и фиолетовых лучей, чем днем, и поэтому перевес в сторону красных и желтых лучей еще более увеличивается. Вот почему сквозь дым, туман и пыльный воздух большого города Солнце выглядит особенно красным. Правда, такая атмосфера неприятна, но зато она награждает нас прекрасными видами солнечного заката.

Как только мы вылетели из земной атмосферы, преграда между нами и голубыми, синими и фиолетовыми лучами

как большие волны в море, невзирая на стоящие на пути столбы.

А что происходит в это время с „мелкой рябью“—синими и фиолетовыми лучами?

Молекулы атмосферы задерживают их короткие волны и, отражая, наталкивают их на другие молекулы, которые отбрасывают их к третьим, и так дальше. А раз частицы атмосферы „отбрасывают“ и „отражают“ волны синего цвета, то атмосфера, или то, что мы называем небом, кажется нам синей.

исчезла. Поэтому мы видим Солнце в полном блеске его бело-стального цвета. Разлагая солнечный свет на цвета, земная атмосфера развертывает перед нами великолепную панораму красок и богатейшую игру оттенков: глубокая синева безоблачного неба; пылающее зарево восходов и закатов; нежные оттенки облаков; мягкие фиолетовые полутона сумерек. Всей этой чарующей красоты мы сразу же лишились, попав за пределы земной атмосферы.

Мы очутились в мрачном и бесцветном мире. В нем нет даже полутеней. Жесткие линии рассекают его на две резко различные области: яркого белого света и густейшей тьмы. Кругом расстилается усеянное блистающими точками черное небо. Лишенное пышного наряда земной атмосферы, Солнце выглядит ослепительно-ярким голубоватым шаром.

С ужасающей быстротой несет нас ракета к этому необыкновенному и чужому — страшному небесному телу.

## Станция на Луне

Попутно стóбит захватить, или, вернее, „залететь“, на Луну. Именно поэтому мы и отправились „в дорогу“ во время новолуния: тогда Луна находится ближе всего к прямой линии между Солнцем и Землей.

Взглянем назад. Наша прекрасная земная атмосфера, если смотреть на нее снаружи, имеет совсем непривлекательный вид. Сквозь ее толстый пыльный слой, испещренный облаками, тучами, туманами, дождями и снегом, мы видим мутную и расплывчатую поверхность Земли.

Другое дело Луна. Она не имеет атмосферы. Поэтому она такая ясная и все линии на ее поверхности четко очерчены. Подлетев к ней совсем близко, мы замечаем, что на ней нет и воды: океанов, морей, озер и рек. И нет городов, лесов и полей, мы видим какой-то пустой, унылый, мертвый мир. Вот перед нашими глазами широко развернулись голые и однообразные лунные равнины, покрытые кольцеобразными

горами (фото III). Это, вероятно, кратеры потухших вулканов. Многие кратеры очень велики: четыре из них — каждый в отдельности — больше Ладожского озера, а кратер Гримальди больше Крымского полуострова.

Миллионы лет дожди и тающие снега размывают, а ветры выветривают земные горы. Они разрушают их, округляют их вершины и сглаживают неровности земной поверхности. Но на Луне нет ни снега, ни дождя, ни ветра. Острые вершины лунных гор и как бы отточенные зубчатые хребты горных цепей остались нетронутыми со времен их рождения. Миллионы лет не изменили и не состарили их.

Вот мы видим лунные Апеннины (левый край фото IV), которые тянутся на семьсот километров. В этой горной цепи больше трех тысяч вершин; высота некоторых из них доходит до шести километров. Севернее Апеннин широко раскинулось „Море Дождей“ — равнина, у границы которой скалы резко обрываются.

Когда люди научатся летать в межпланетном пространстве, лунные горы привлекут к себе мастеров горного спорта. Но их поразит не только необыкновенный вид лунной природы. Еще более удивительной покажется им малая сила лунного притяжения: она в шесть раз меньше земной. Человек весом, скажем, в шестьдесят шесть килограммов на Луне будет весить только одиннадцать, так что поднять и понести такого человека можно без труда. А лунные экскурсанты смогут забирать с собой в шесть раз больше багажа.

Уставая не больше, чем на Земле, альпинисты будут проходить на Луне в шесть раз большие расстояния и в шесть раз выше взбираться на горы. Они смогут и прыгать в шесть раз выше и дальше, а упав с большой высоты, не ушибутся.

Но вот беда: на Луне нет воздуха, и нашим туристам придется брать его с собой. А раз нет воздуха, то нет, значит, и атмосферного давления. А без него наш организм не может существовать.



*V. Группа протуберанцев 28 мая 1900 года (см. стр. 47).*



*VI. Протуберанец в форме муравьяда 29 мая 1919 года (см. стр. 47).*

Давление земной атмосферы велико: один килограмм на каждый квадратный сантиметр поверхности. И получается, что воздух, окружающий тело взрослого человека, давит на него с силой в десять тонн. Как же мы выдерживаем такое огромное давление? Ведь оно может раздавить не только человека, но даже и слона. Почему же этого не происходит?

По очень простой причине: атмосферное давление уравновешивается — наше тело давит с такой же силой изнутри. Поэтому безвоздушное пространство, если бы мы попали в него, сразу же убило бы нас: от большого внутреннего давления у нас лопнули бы кровеносные сосуды, кровь хлынула бы из носа, горла и ушей, глаза выкатились бы из орбит...

Рыбы и животные, живущие на дне морей и океанов, приспособлены к большому давлению воды: с такой же силой давит и их тело изнутри на воду. Что же происходит с этими жителями морских глубин, когда их вытаскивают на земную поверхность? Они буквально лопаются от огромного внутреннего давления, которое выдавливает их внутренности наружу.

То же самое может произойти и с нашими лунными путешественниками. Чтобы избежать такой неприятности, им придется нарядиться в плотные металлические костюмы, наполненные воздухом. Эти наряды должны быть, конечно, так устроены, чтобы человек мог двигать в них руками и ногами. Правда, вес таких костюмов будет велик, но ведь тяжесть на Луне не страшна.

## Почему на Луне нет атмосферы?

Это объясняется малой силой лунного притяжения: Луна не в состоянии удержать около себя атмосферу. Если бы Луна и имела атмосферу, она все равно растеряла бы ее. Почему — сейчас увидим:

Атмосфера, как и всякое вещество, состоит из мельчайших частичек. Они называются молекулами. Молекулы атмосферы движутся с быстротой в сотни метров и даже в несколько километров в секунду.

Чтобы покинуть Землю, мы вылетели на ракете со скоростью в одиннадцать километров в секунду. Если бы скорость была меньшей, мы не смогли бы улететь в мировое пространство.

Молекулы нашей атмосферы носятся со скоростью меньшей, чем одиннадцать километров в секунду. Поэтому они и не улетают с Земли. Но нужна ли такая скорость — одиннадцать километров в секунду, — чтобы покинуть Луну?

Нет, не нужна: ведь лунное притяжение в шесть раз слабее земного. Вычисления показывают, что достаточно молекуле вылететь с Луны со скоростью в два с половиной километра в секунду, и тогда она уже больше не вернется на Луну.

Луна обращена к нам всегда одной стороной: другой стороны ее мы никогда не видим. Следовательно, во время одного оборота вокруг Земли Луна оборачивается также один раз и вокруг себя.

Представьте себе лошадь, которую дрессировщик гоняет по арене цирка. Стоя в середине круга, он видит все время только один бок лошади, например левый, если лошадь бежит по кругу справа налево. Но вы, наблюдая за дрессировкой лошади из партера, будете попеременно видеть лошадь со всех сторон: сначала, скажем, слева, затем — спереди, потом — справа, сзади и, наконец, опять слева. Но если вы видите попеременно все стороны предмета, то это значит, что предмет поворачивается вокруг себя. Могли ли бы вы разве, сидя на месте, видеть все его стороны, если бы он не поворачивался вокруг себя?

Но почему же дрессировщик видит все время только один и тот же бок лошади? Ясно почему: он наблюдает лошадь изнутри круга, по которому она бежит, а вы — снаружи.

Значит, лошадь двигается одновременно вокруг дрессировщика и вокруг себя. Но, скажете вы, в таком случае всякое движение по кругу должно быть одновременно вращением и вокруг себя, то есть двойным движением.

Нет, это вовсе не так: каждый предмет мог бы совершать и одно только движение — либо по кругу, либо вокруг себя. Лошадь, правда, не может бежать по кругу, не оборачиваясь одновременно и вокруг себя; но представьте себе лежащий на спине лошади компас. В то время как лошадь смотрит при беге по кругу попеременно на север, запад, юг и восток, стрелка компаса обращена своим синим концом неизменно на север. И поэтому дрессировщик видел бы попеременно оба конца и обе стороны магнитной стрелки.

Может ли и стрелка компаса двигаться по кругу двойным образом — так, как лошадь? Может. Для этого нужно только прикрепить ее к футляру компаса.

Поставьте теперь на место дрессировщика Землю, а на место лошади — Луну. Луна оборачивается вокруг Земли именно так, как лошадь вокруг дрессировщика. Поэтому мы, наблюдая Луну изнутри ее орбиты, видим всегда только одну ее сторону. Но если бы кто-нибудь наблюдал Луну, как вы лошадь из партера, снаружи ее орбиты, например с Солнца, он видел бы попеременно все стороны Луны.

Время одного оборота планет вокруг своих осей называется сутками, а Луны вокруг Земли — лунным месяцем. А так как Луна во время одного оборота вокруг Земли оборачивается один раз и вокруг своей оси, то, следовательно, лунные сутки равны лунному месяцу. Один же оборот Луны вокруг Земли длится  $27\frac{1}{3}$  дня. Поэтому, наблюдая Луну с Солнца, мы видели бы каждое ее полушарие в течение почти четырнадцати дней. Но Солнце освещает и согревает обращенную к нему сторону Луны. Значит, день и ночь длятся на Луне по четырнадцать дней.

Можете себе представить, как сильно нагревается лунная поверхность, когда Солнце четырнадцать дней подряд печет

ее с безоблачного, безатмосферного неба! Температура ее доходит до ста градусов. При такой температуре молекулы атмосферы, если бы она и была на Луне, стали бы двигаться со скоростью большей, чем два с половиной километра в секунду, и улетели бы от нее навсегда. Вот почему на Луне нет атмосферы.

Мы думали сначала, что путешествие на Луну было бы для альпинистов большим наслаждением. Но теперь нам так уж больше не кажется. Мы видим теперь, что такая экскурсия, наоборот, доставила бы им очень мало удовольствия. Правда, воздух и кислород для дыхания и немного земной атмосферы можно было бы захватить с собой, но как быть со стоградусной температурой? А под отвесно падающими лучами Солнца жара доходит даже до ста семнадцати градусов. Как спастись от нее? Не перейти ли на теневую сторону Луны?

Но там, оказывается, нисколько не легче: на теневой стороне мы попали бы в другую крайность — жестокий мороз в сто пятьдесят градусов. Вряд ли он понравится нашим путешественникам больше стоградусной жары. Поэтому, встретив со стороны Луны такой нелюбезный прием, лунные гости, пока они не изжарились или же не превратились в куски льда, поспешили бы поскорее убраться с Луны и вернуться на родную Землю, где климат так мягок и где так хорошо и удобно жить.

## Поверхность Луны

Допустим, что на Луне можно было бы прожить некоторое время. Но тогда мы натолкнулись бы на другое затруднение: поверхность Луны непригодна для лагеря. Из чего же она состоит?

Исследования показали, что отраженный от лунной поверхности солнечный свет похож только на свет, отраженный вулканическим пеплом. Мы уже раз обратили внимание

на странный вид Луны, напоминающей огромную выставку потухших вулканов. А теперь и отраженный Луною свет наводит на мысль о вулканах. Все это говорит о том, что поверхность Луны действительно состоит из вулканического пепла.

А у этого пепла такое же свойство, как у асбеста: оба они очень плохие проводники тепла. Если наше предположение правильно, то солнечное тепло не проникает в глубь лунной поверхности. И несмотря на то, что температура поверхности Луны доходит до ста градусов, на глубине всего лишь одного сантиметра она должна быть ниже нуля.

Во время лунного затмения измерили температуру лунной поверхности. На освещенном Солнцем месте стояла жара в  $90^{\circ}$ , но уже через несколько минут после того, как на это место надвинулась тень от Земли, там оказался мороз в  $102^{\circ}$ .

На Земле такого быстрого перехода от высокой температуры к низкой не бывает: резкую разницу смягчает наша атмосфера и запасы тепла в почве. О том, что на Луне нет атмосферы, которая сохраняла бы тепло, мы уже знаем. А теперь мы видим, что и лунная поверхность не имеет своих запасов тепла. Это подтверждает наше предположение, что поверхность Луны покрыта вулканическим пеплом.

## Венера и Меркурий

После Луны на пути к Солнцу мы можем увидеть Венеру. Но если мы даже и встретим ее, мы все равно ничего не разглядим на ней из-за ее густой и непрозрачной атмосферы.

Другое дело — Меркурий. На него стóит взглянуть. Его мы увидим так же ясно, как Луну, потому что и он не имеет атмосферы. Причина этого нам понятна: Меркурий в шестнадцать раз меньше Земли, и сила его притяжения слишком мала, чтобы удержать атмосферу.

У Меркурия есть еще одно сходство с Луной: как Луна к Земле, Меркурий постоянно обращен к Солнцу только одной стороной. И получается, что на Меркурии нет смен дня и ночи: на одной стороне планеты вечный день, а на другой — вечная ночь.

За четырнадцать дней поверхность Луны нагревается до ста градусов. Но Меркурий в два с половиной раза ближе к Солнцу, чем Луна. Каждый участок освещенной поверхности Меркурия получает в семь раз больше тепла и света, чем такой же участок на Луне. Поэтому на стороне вечного дня на Меркурии свирепствует жара, при которой плавятся металлы. И если на Меркурии есть реки, то это реки расплавленного свинца и олова. Наши же обычные жидкости были бы на Меркурии только в состоянии пара, который, по известным вам причинам, не мог бы удержаться на малой планете.

Есть у Меркурия еще и третье сходство с Луной: отражаемый им солнечный свет похож только на свет, отраженный вулканическим пеплом. Поэтому можно предположить, что и Меркурий покрыт вулканическим пеплом. Рассмотреть Меркурий тщательно, как Луну, мы не можем: наша ракета не долетает до него так близко. Но, по всей вероятности, поверхность Меркурия также покрыта потухшими вулканами.

## У поверхности Солнца

Когда мы пролетали мимо Меркурия, диск Солнца казался нам в семь раз бóльшим, чем с Земли. Он все растет и растет. Вот он занял уже огромный участок неба. Мы видим, как кипит и бурлит солнечная поверхность — как бешено все на ней движется, извергается. Мы смотрим на мир, полный жизни, — такой непохожий на мертвый мир Луны и Меркурия.

Солнце — это силовая станция нашей колонии. Внутри Солнца вырабатываются огромные количества энергии, кото-

рая нагревает его до высокой температуры. Поток тепла непрерывно течет из него наружу и излучается в пространство. Мощность этого излучения равна восьми лошадиным силам с квадратного сантиметра поверхности.

Кипение солнечной поверхности вызывается бьющей изнутри излишней энергией: верхние слои Солнца все время переворачиваются своей внутренней, более горячей стороной наружу, что приводит к более быстрому охлаждению. Но, вероятно, для излучения всей вырабатываемой внутри Солнца энергии одного бешеного кипения недостаточно: солнечная поверхность извергает еще и огненные фонтаны — „протуберанцы“ — высотой в сотни тысяч километров. На фотографиях V, VI и IX вы видите разнообразные формы протуберанцев ярко-малинового цвета.

Протуберанцы ведут себя различно: некоторые застывают в одном положении, как будто их прикрепили к Солнцу; другие растут и разветвляются со скоростью нескольких тысяч километров в секунду, а третьи отрываются от Солнца и улетают от него на сотни тысяч километров, непрерывно меняя в пути свою форму.

Снимки протуберанцев делаются во время затмений, когда солнечный диск закрыт Луной. Иначе пламя огненных фонтанов теряется в ярких лучах Солнца.

На фото VI вы видите протуберанец, похожий на муравьеда. Его длина, равная пятистам пятидесяти тысячам километров, в сорок три раза больше земного диаметра. Это огненное чудовище могло бы без труда проглотить весь земной шар.

Когда снимок был сделан, муравьеда поднял свой нос и хвост; затем у него выросли новые ноги; после этого он стал в позу, как бы готовясь прыгнуть вверх. И прыгнул в высоту на сто пятьдесят тысяч километров.

Кроме затейливых узоров малинового пламени протуберанцев, мы замечаем в разных местах солнечной поверхности темные зияющие впадины (фото VII и VIII). Они очень похожи на кратеры действующих вулканов, извергающих огонь и

вещество из Солнца. Эти впадины называются на Земле „солнечными пятнами“; теперь же, находясь вблизи них, мы видим, что это вовсе не пятна. Фото VIII показывает, как велики впадины: Земля — маленький белый кружок на нижней части фото — может провалиться в солнечное „пятно“, как зерно в щель.

С ужасающей скоростью несет нас ракета прямо на раскаленный голубоватый шар. Но нам кажется, что это он со страшной быстротой летит на нас.

Он непрерывно растет, его исполинские размеры все более и более увеличиваются. Вот он занял уже впереди нас все небо... Наконец, ракета врывается в солнечную атмосферу.

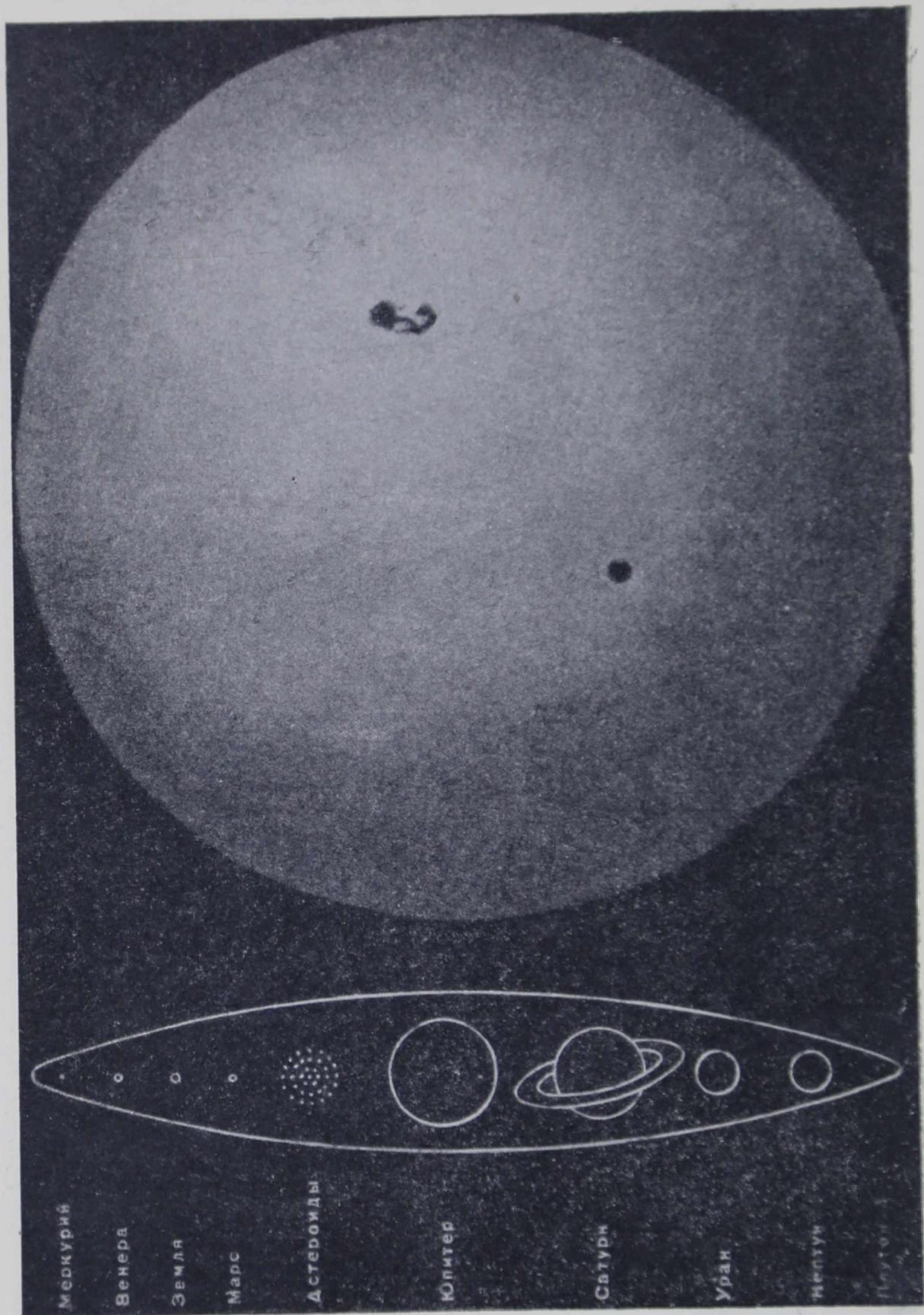
Мы готовимся к удару — столкновению. Вокруг нас бушуют океаны огня. Мы несемся сквозь мир ослепительного света. Скоро мы упадем на Солнце.

Попутно мы берем пробу солнечной атмосферы. Мы находим в ней легкие газы, как в атмосфере Земли, и большинство известных нам веществ земной коры. Но как попали в солнечную атмосферу такие тяжелые металлы, как платина, свинец, серебро?

Не удивляйтесь этому: высокая температура солнечной поверхности привела их в газообразное состояние. Оказывается, что даже самые тугоплавкие вещества не могут оставаться на Солнце ни в твердом, ни в жидком виде: все они превращаются в пар. То же произошло бы и с нашей ракетой (и даже со всей Землей), если бы мы действительно попали в атмосферу Солнца. Но, к счастью, наша ракета — воображаемая. Мы пользуемся ее выгодами, не подвергая себя опасности сгореть и превратиться в ничтожное облачко газа.



*VII. Часть солнечной поверхности (см. стр. 47).*



VIII. Солнце и планеты (см. стр. 47).

## Внутри Солнца.

Но когда же мы упадем, наконец, на Солнце, почему так долго нет столкновения? Ведь с тех пор как мы проникли в атмосферу Солнца, ракета уже успела пролететь сотни, тысячи, десятки тысяч километров.

Мы начинаем, наконец, понимать, в чем дело. Мы ждем удара о твердую поверхность Солнца, но никогда не дождемся его, потому что такой поверхности на Солнце просто нет. Оказывается, что мы уже давно летим в его недрах, но все время встречаем на своем пути только газ.

И понятно. Ведь уже при температуре наружных слоев Солнца все вещества превратились в газ. А чем глубже мы проникаем в Солнце, тем жарче становится. Мы привыкли на планетах к четким границам между атмосферой и почвой. Но на Солнце и звездах ничего подобного быть не может: они, как и их атмосферы, состоят из газа, и никаких границ между газами нет. Вот почему мы ни с чем не столкнулись, ни на что не упали и ни обо что не ударились. И так, без задержек и препятствий, мы летим сквозь газ прямо к центру Солнца.

В воображаемой ракете у нас есть особый термометр. Как и телескоп, этот термометр действует на огромных расстояниях. А там, где он бессилён, его дополняет математика.

Когда мы пересекали солнечную атмосферу и океаны огня протуберанцев, термометр показывал несколько тысяч градусов. Тогда мы в последний раз увидели где-то вдали крохотную Землю. Затем мощное пламя сомкнулось за нами и залило каскадами яркого света путь, по которому мы двигались к Солнцу.

Вот температура газа вокруг нас дошла уже до миллиона градусов. Но термометр не успокаивается: он показывает все больше и больше. А ракета бешено мчится сквозь раскаленный газ.

Еще одно мгновение, и мы у цели.

Прибыли. Ракета — в центре Солнца. Термометр показывает  $40 \cdot 10^6$ .

Сорок миллионов градусов! Кто может это понять? Возможно ли представить себе такую жару? Кипящая сталь по сравнению с ней показалась бы нам неизмеримо холоднее куска замерзшего воздуха.

Попробуем представить себе тепловую энергию этой жары: монета, нагретая на Земле до  $40 \cdot 10^6$  градусов, превратилась бы в пепел все живое на тысячи километров кругом.

Но еще удивительнее давление в центре Солнца. Вы знаете, что сила давления земной атмосферы равна одному килограмму на квадратный сантиметр поверхности. Величина такого давления называется в технике „одной атмосферой“. Давление, в двадцать раз больше атмосферного, будет давлением в „двадцать атмосфер“. С такой силой давит пар на стенки котла мощного паровоза.

Давление в центре Солнца равно сорока миллиардам атмосфер.

Это значит, что на каждый квадратный сантиметр давит груз в  $40 \cdot 10^9$  килограммов, или  $40 \cdot 10^6$  тонн.

Мы можем еще раз порадоваться, что наша ракета — только воображаемая. Представьте себе, что мы почувствовали бы, если бы на каждый квадратный сантиметр нашего тела свалилась тяжесть в сорок миллионов тонн!

Известно, что теплота увеличивает объем тел, а давление уменьшает его. Температура в  $40 \cdot 10^6$  градусов должна расширять материю солнечного центра, но давление в  $40 \cdot 10^9$  атмосфер сжимает ее. Что же побеждает в этой борьбе — температура или давление?

Побеждает давление, хотя и с очень небольшим перевесом. Поэтому материя в центре Солнца не такая плотная, какую она должна была бы быть при  $40 \cdot 10^9$  атмосфер. Но, как мы еще увидим, она, конечно, во много раз плотнее самого плотного вещества на Земле.

## Даже атомы разрушены!

Помните, мы упоминали как-то раз о радуге и о призме?

Вы знаете, что призма разлагает лучи белого света на цвета. Получается разноцветная полоска света, которая называется спектром. Всякое светящееся или отражающее свет тело может дать спектр. Но вот что замечательно: спектры различных раскаленных тел и газов неодинаковы. А это очень важно для нас, и вы увидите сейчас, почему.

Для наблюдения спектров устроен особый прибор — спектроскоп, который помогает нам изучать спектры раскаленных тел и газов. И мы хорошо изучили их. Сравнивая с ними спектры небесных светил, мы узнаём, из каких материалов состоят далекие звезды. Вот откуда известен состав Солнца — спектроскоп рассказал нам об этом.

Вы знаете, что вода состоит из водорода и кислорода. Возьмем самую маленькую часть воды. Такая частица вещества, как мы уже говорили, называется молекулой. Можно ли молекулу, например молекулу воды, разбить на части?

Можно, несмотря на то, что „молекула“ — самая маленькая частица вещества. Разбить-то можно, но тогда вода уже не будет водой.

Представьте себе кипу книг. Эту кипу можно разбить на части. Самой маленькой частью этой кипы будет одна книга. Но ведь и книгу можно разбить на части, то есть, попросту говоря, разорвать ее. Но тогда книга уже не будет больше книгой: мы назовем ее части отдельными листами. А части разбитой молекулы называются атомами.

Разобьем молекулу воды на отдельные атомы. Как сказано, эти кусочки молекулы уже не будут водой, так же как и разорванная книга перестала быть книгой. Чем же они будут? Или, вернее, из каких атомов состоит молекула воды?

Из атомов водорода и кислорода: в каждой молекуле воды — два атома водорода и один атом кислорода. Они

очень крепко связаны между собой. Даже когда вода кипит и превращается в пар, атомы все еще цепко держатся друг за друга. Но высокая температура Солнца разделяет этих неразлучных друзей.

И об этом мы узнали от спектроскопа: он рассказал нам, что свет Солнца и большинства звезд мы получаем именно от атомов. Только на немногих — самых холодных звездах — осталось небольшое количество неразбитых молекул.

Разбивая материю, мы дошли до атомов. Но конец ли это? Быть может, и атомы можно разбить на кусочки?

Оказывается, что можно. Ведь и текст бывшей книги на что-то распадается — на буквы. Каковы же „буквы“ атома, то есть из чего атом состоит? — Из ядра, вокруг которого вращаются мелкие частицы. Они называются электронами. Так что, как видите, атом очень похож по своему устройству на солнечную систему: и там вокруг центрального ядра — Солнца — вращаются тела — планеты; и ядро так же притягивает свои электроны, как Солнце — планеты.

Электроны находятся на разных расстояниях от своего ядра. Но с увеличением расстояния уменьшается сила притяжения. Поэтому, чем дальше электрон от ядра, тем слабее он держится в атоме. Самые далекие электроны держатся так слабо, что могут быть оторваны от атома даже пламенем свечи. Температура же Солнца и звезд вырывает из атома больше электронов, чем слабое пламя свечи.

В атоме кислорода восемь вращающихся вокруг ядра электронов. От спектроскопа (вы видите, какой это замечательный прибор) мы узнали, что в атмосферах самых горячих звезд атомы кислорода лишены двух-трех электронов. Что делается в недрах звезд, спектроскоп видеть не может, но мы и без него понимаем, что все увеличивающаяся жара отрывает от атома все больше и больше электронов. Поэтому в центре Солнца атомы кислорода должны быть совершенно разбиты, хотя сила, удерживающая у ядра самые близкие к нему электроны, очень велика. Но  $40 \cdot 10^6$  градусов тепла и ее осиливают. Такие разбитые атомы, конечно,

уже не атомы и не кислород, а просто беспорядочная толпа суесящихся ядер и электронов.

Но все ли атомы в центре Солнца разбиты?

Нет, не все. Есть более тяжелые атомы, чем атомы кислорода. Близкие к ядру электроны держатся в них крепче — так крепко, что даже жара в  $40 \cdot 10^6$  градусов не вырывает их из атома. Так что и в центре Солнца все же есть атомы, хотя и очень небогатые электронами: вокруг ядер вращается всего по два электрона. И из таких именно бедных электронами атомов, между которыми снуют осколки разбитых атомов, и состоит центр Солнца. Но если бы вы знали, с какой страшной быстротой они носятся!

Глядя, как они летят мимо окон нашей ракеты, мы измерили их среднюю скорость. Она оказалась равной 50 000 километров в секунду. Эта скорость в 30 000 раз больше скорости ядра самого дальнобойного орудия и всего в 6 раз меньше скорости света.

## Экскурсия по времени

На нашей замечательной ракете можно прокатиться и в далекое прошлое. Поедем на три миллиарда лет назад. Правда, тогда никаких „лет“ еще не было: ведь год — это время оборота Земли вокруг Солнца, а в те невообразимо древние времена, в которые занесет нас ракета, Земля еще не существовала.

Три миллиарда лет во столько раз больше одного года, во сколько девяностопятилетний старик старше новорожденного ребенка, которому минула только одна секунда. Или — во сколько раз 5 700 лет больше одной минуты.

Мгновенно пролетев на ракете эти три миллиарда лет, мы с любопытством оглядываемся кругом. Что же мы видим?

Солнце сразу разочаровывает нас: оно почти не изменилось. Оно только немножко больше, немножко горячее, чем

сейчас. Оказывается, что три миллиарда лет — только один день в его жизни.

Но неба мы не узнаем. Оно стало совершенно чужим для нас. Где все знакомые созвездия? Мы с любопытством смотрим вверх и озираемся по сторонам, но всюду встречаем только незнакомые узоры из звезд.

Это не удивляет нас. Нам известно, что „неподвижные“ звезды кажутся неподвижными только в течение „коротеньких“ периодов, вроде периода существования культуры на Земле. Однодневка-мотылек не замечает роста деревьев. Но если бы он мог вернуться на сорок лет назад, он не узнал бы своего родного леса.

За миллионы лет меняется форма созвездий. Меняется и яркость отдельных звезд: одни приближаются к нам, другие удаляются. Даже яркая звезда может так далеко уйти от Земли, что совершенно исчезнет из виду.

## Мировая катастрофа

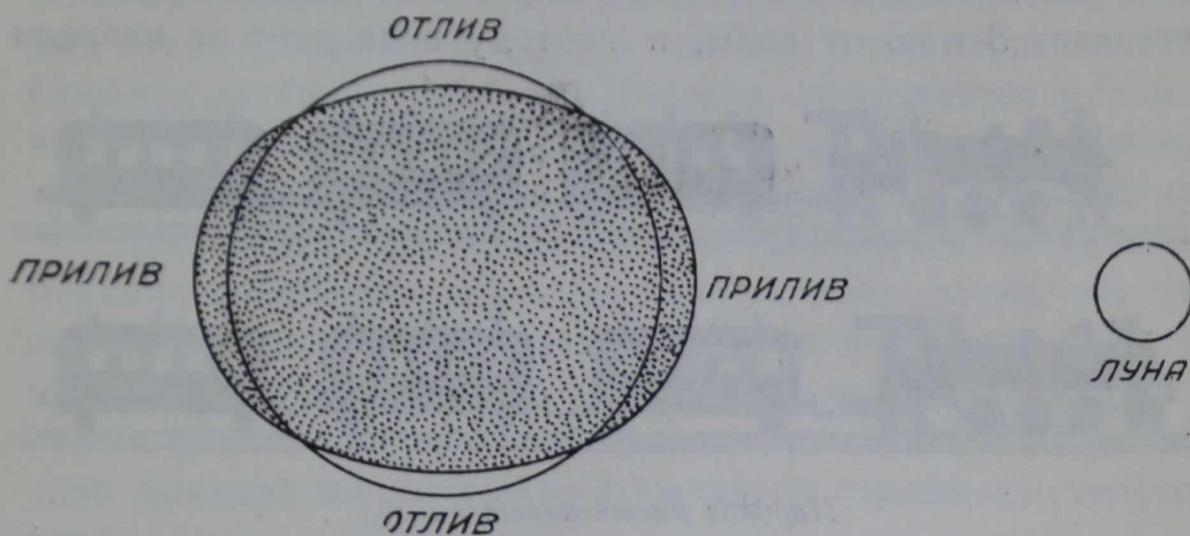
Направим теперь нашу ракету вперед, то есть будем возвращаться к нашему времени. Но полетим сейчас медленнее — со скоростью, скажем, „всего“ трех веков в секунду, чтобы „проехать“ третий миллиард лет, примерно, за месяц. Посмотрим, что за это время произойдет или, вернее, давно произошло.

Мы видим, как ровно и ярко сияет на черном бархате неба Солнце, окруженное малиновым обручем пламени; созвездия плавно меняют свои старые формы; звезды, подобно рою пчел, кружатся и расползаются в разные стороны; яркость одних падает, других — увеличивается, третьих — возрастает, а затем уменьшается: это они на огромных расстояниях проходят мимо нашей ракеты.

Но что это? Яркость одной из звезд все время увеличивается. Вот она стала ярче всех других, вот она засияла уже во много раз сильнее Сириуса. Ясно, что рас-

стояние между звездой и Солнцем, вместе с которым мы несемся по Вселенной, все время уменьшается.

Наконец, сияние звезды становится ослепительным. Вот звезда перестала быть точкой — мы уже видим ее сверкающий диск. Он все увеличивается и быстро вырастает во второе, меньшее солнце.



*Как действует Луна на земные приливы и отливы.*

Но что происходит в это время с нашим Солнцем?

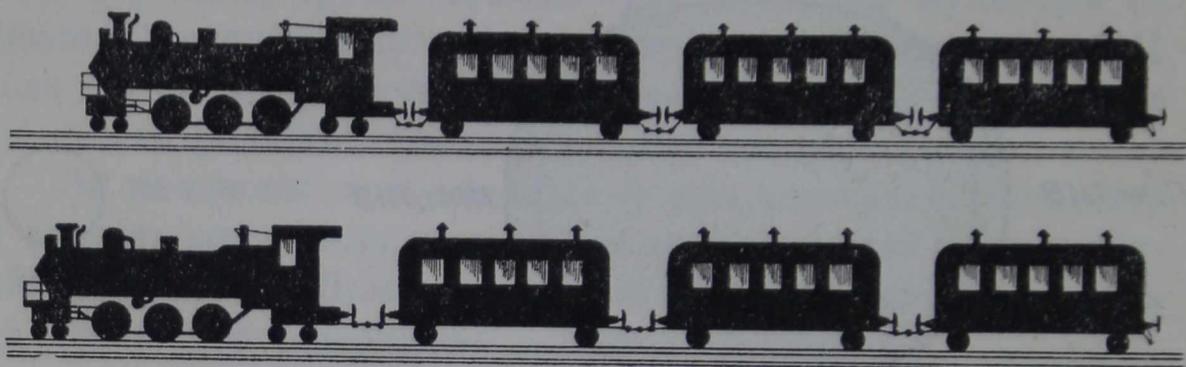
Взгляните на него — его поверхность начинает выпячиваться, как будто на ней нарастает чудовищная волна. Обращенная к звезде сторона его все более вздымается — атмосфера Солнца стремится к звезде. Вот она уже вытянулась на много тысяч километров вперед.

Мы понимаем, отчего это происходит: звезда притягивает Солнце. Если бы оно было твердым, звезда тянула бы его целиком, как магнит тянет булавку. Но Солнце состоит из подвижного газа. Поэтому, в первую очередь, от него оттягиваются ближайшие части.

Вы знаете, что в морях и океанах бывают приливы и отливы. Их вызывает Луна, — ведь и она притягивает Землю, а не только Земля ее. Обе планеты влияют друг на друга, как магниты. На чем же притяжение Земли Луною должно быть заметнее всего?

На воде: вода подвижна, и ее можно оттягивать по частям. Поэтому Луна, проходя над морями и океанами, поднимает их уровень, оттягивает воду от Земли. Но она притягивает не только воду, а и всю Землю. Что же должно происходить в то же время с океаном, на противоположной стороне Земли?

Там происходит обратное: там, можно сказать, Луна оттягивает Землю от воды, и поэтому вода идет не впереди



*Паровоз растягивает поезд.*

Земли, а отстает от ее движения. Это приводит к повышению уровня, то есть к приливу. Оба прилива показаны на рисунке, помещенном на стр. 55.

Представьте себе три сдвинутых вагона, соединенных между собой цепями. Длина каждой цепи равна одному метру. Пусть паровоз потянет этот маленький поезд. Что тогда получится?

То, что показано на рисунке: сначала уедет на метр — на длину цепи — первый вагон. Затем придет в движение второй, который отодвинется на длину цепи от третьего. И выходит, что первый вагон ушел от второго вперед, а третий вагон отстал от первых двух.

Потянув поезд, паровоз растянул его. Подобным образом действует Луна на Землю, и получаются приливы. Такие же приливы вызывает на Солнце приближающаяся к нему звезда. Все выше и выше вздымаются исполинские волны огненной атмосферы Солнца, вытягиваясь навстречу звезде. А вместе с тем появляется и растет также и другая, мень-

шая волна на противоположной стороне Солнца. Мы не боимся внутри ракеты ни жары в миллионы градусов, ни давления в миллиарды атмосфер. Надвигающееся грозное столкновение светил не пугает нас. Мы с напряженным любопытством следим за предстоящим поединком гигантов.

Вот звезда превратилась уже во второе огромное Солнце, занявшее большую часть неба. Мы с удивлением переводим глаза от одного светила к другому и с нетерпением наблюдаем за ходом событий. Наконец, разражается мировая катастрофа: часть волны — ее вершина — внезапно отрывается от нашего Солнца и летит по направлению к чужому.

Действие звезды продолжается. Как магнит, который за первыми железными опилками тянет к себе другие, так чужеземец продолжает вырывать из тела нашего Солнца океаны материи. Мощные каскады огня хлещут из бушующей атмосферы Солнца. Миры пламени заливают стекла ракеты. Затаив дыхание, мы застываем в ожидании страшного столкновения.

### **Наш мир родился!**

Но столкновения не произошло: два солнца только сблизились и, находясь еще на огромном расстоянии друг от друга, величественно разошлись. Так, по крайней мере, это выглядело издали. На самом же деле они пролетели с ужасающей быстротой.

Большая опасность миновала: непрошенная гостья удаляется, поверхность Солнца успокаивается, его раны заживают.

Что же стало с вырванной из Солнца материей? Она — эта гигантская струя раскаленного газа — повисла в пространстве. Но нет, не повисла — это только кажется: она такая же спутница Солнца, как наша ракета, и вместе с Солнцем несется по его бесконечному пути.

Какова же форма струи?

Она похожа на сигару: как показано на фото VIII, она выпукла в середине и заострена у концов. Из окон ракеты мы видели, как эта форма получилась: сначала, когда звезда была еще далека, она вытягивала из Солнца мало материи. С приближением звезды приливное действие все усиливалось, и каскад огненного газа, как конус, утолщался. Когда же звезда была ближе всего к Солнцу, образовалась самая широкая часть конуса.

Затем звезда стала удаляться, и все пошло в обратном порядке: чем дальше она уходила, тем меньше материи она вытягивала и тем тоньше и острее становился ближайший к Солнцу конец струи. Наконец, сила приливного действия настолько уменьшилась, что материя уже совсем перестала выделяться из Солнца.

Мы наблюдаем за поведением огненной небесной сигары, растянувшейся на много миллионов километров. Вот она остывает и, как струя пара, превращается в капли. Середина сигары сгущается в самую крупную каплю, а чем ближе к концам, тем меньше становятся капли (фото VIII).

Звезда увлекала за собой вырванную ею из Солнца струю огненного газа. Поэтому и капли пытаются уйти за звездой, но Солнце тянет их к себе. И получается, что капли не улетают в бесконечность и не падают на Солнце, а начинают вращаться вокруг него. Орбиты одних капель очень вытянуты, а других — почти что круги.

Происшедшая на наших глазах мировая катастрофа оставила после себя много обломков. Мы наблюдаем, как капли пробираются между ними, как орбиты капель понемногу округляются и через миллиарды лет превращаются почти в круги.

Ракета унесла нас в далекое прошлое. Мы стали свидетелями великого события — появления планет. К этому обязательно приводит сближение звезд, какое мы видели из окон ракеты. Вот почему мы думаем, что наша солнечная система произошла именно так. А если Земля — остывшая капля Солнца, то понятно, почему на Земле находятся те же вещества, что и в атмосфере Солнца.

## СОЛНЕЧНАЯ СЕМЬЯ

Наша экскурсия окончена. Вернемся теперь на Землю и обследуем оторванные от Солнца крупные капли и мелкие осколки, разбросанные в пространстве мировой катастрофой. То есть займемся изучением планет нашей маленькой небесной колонии.

### Девять планет

Их орбиты очень мало вытянуты: в наше время они уже почти круги. Звезда увлекала за собой вырванную ею из Солнца струю газа. Поэтому планеты должны кружиться вокруг Солнца в одном направлении — в том, в каком двигалась струя. Так и есть на самом деле: все планеты движутся в одном направлении. С какой же скоростью они движутся?

Чем ближе планета к Солнцу, тем быстрее она обращается вокруг него, и наоборот. Но даже самая далекая —

Плутон — и та пробегает почти пять километров в секунду. Это значит, что она движется в двести раз быстрее курьерского поезда. Самая же близкая к Солнцу планета — Меркурий — летит в десять раз быстрее Плутона. А наша Земля несется в пространстве со скоростью около тридцати километров в секунду; в то время как вы успеваете прочесть в этой книге только одно слово, Земля проходит в среднем пятнадцать километров.

Построим модель нашей солнечной системы. Пусть Солнцем будет горошинка, а планетами — маленькие зернышки, песчинки и микроскопические пылинки. Рассчитаем расстояния, на которых их нужно поместить от горошинки, и уложим нашу модель на стол.

Оказывается, что обыкновенного стола нехватит: для правильности масштаба пришлось бы построить стол величиною с большую московскую площадь. Иначе для орбит самых далеких песчинок и пылинок не оказалось бы места.

Эта модель показывает нам, как далеки планеты от Солнца и как редко населено пространство, занимаемое нашей солнечной системой: оно почти пусто.

Но даже такая населенность считается во Вселенной очень густой: ближайшую звезду — вторую горошинку — пришлось бы поместить на расстоянии трехсот километров от площади. И ничего больше между этой горошинкой и площадью уже не было бы.

## Меркурий

Он очень близок к Солнцу. Поэтому ночью мы не видим Меркурия: вместе с Солнцем он скрывается за горизонт. Увидеть Меркурий невооруженным глазом можно на западе сейчас же после захода Солнца или же на востоке до его восхода. И притом — только тогда, когда Меркурий кажется нам достаточно удаленным от Солнца. Когда же он находится слишком близко к солнечному диску, а также спереди

или сзади Солнца, увидеть его, конечно, нельзя. Кроме того, наблюдать Меркурий мешают облака и туманы, которые по утрам встречаются, а по вечерам провожают Солнце.

Представьте себе летающую вокруг лампы муху. Когда муха пролетает спереди лампы, вы видите ее издали, как черную точку, покрывающую поочередно разные места лампы; когда муха летит справа или слева от лампы, освещаются бока мухи; и, наконец, сзади лампы муха не видна совсем.

Когда Меркурий находится между Землей и Солнцем, по солнечному диску проходит черный кружок. С боков Солнца мы видим Меркурий в виде серпа — как Луну. Не освещенные же Солнцем части Меркурия всегда темны; значит, собственного света, как и все другие планеты, Меркурий не имеет.

## Венера

Вторая по расстоянию от Солнца планета — Венера. Она почти вдвое дальше от него, чем Меркурий. Поэтому ее легче увидеть на небе. Как и Меркурий, Венера видна то на западе после захода Солнца, то на востоке перед его восходом. В древности считали, что это — две звезды: „вечерняя“ и „утренняя“. Им дали даже разные имена. Но впоследствии оказалось, что не две, а одна, и притом не звезда, а планета.

Венера — самое яркое небесное светило, не считая, конечно, Солнца и Луны. И у Венеры мы наблюдаем „фазы“ — растущие и уменьшающиеся серпы, вроде лунных. Видимая величина Венеры сильно меняется: когда Венера находится между Землей и Солнцем, она кажется нам наибольшей, а по ту сторону Солнца — наименьшей. В первом случае расстояние между нею и Землей меньше пятидесяти, а во втором — больше двухсот пятидесяти миллионов километров. Ясно, что, когда Венера находится от нас в шесть раз дальше, она кажется в шесть раз меньше. Но именно тогда мы видим

почти полный, освещенный Солнцем, ее диск, как Луну во время полнолуния. Когда же Венера ближе всего к Земле и мы могли бы ее подробнее рассмотреть, она обращена к нам своей темной стороной. В это время, в лучшем случае, виден только ее узенький серп.

Ярче всего Венера бывает, когда она имеет форму Луны через пять дней после новолуния. В это время она светит в двенадцать раз сильнее Сириуса, но Солнце мешает нам видеть ее полный блеск. И все же, чтобы проследить днем движение Венеры по небу, достаточен телескоп средней силы. Как самое яркое светило, Венера „загорается“ по вечерам раньше всех других планет и звезд (кроме Луны), а по утрам позже них „гаснет“. Но иногда она видна невооруженным глазом даже днем одновременно с Солнцем.

## Ближайшие к Солнцу планеты

Наша Земля — третья по счету планета от Солнца. Как вы уже знаете, она в шестнадцать раз больше Меркурия и только чуть больше Венеры.

Мы видим, что с увеличением расстояния от Солнца увеличиваются и размеры планет. Это напоминает о нашем предположении: о струе огненного газа в форме сигары (фото VIII), из острых концов которой должны были получиться самые маленькие планеты. Меркурий подтверждает это: он — и самая маленькая из планет, и ближе всех других находится к Солнцу, то есть Меркурий получился из конца струи. Вскоре мы увидим, что и второй конец струи сгустился в такую же маленькую планету.

Вы знаете, что Луна и Меркурий не имеют атмосферы: они малы, поэтому и сила их притяжения слишком мала, чтобы удержать около себя атмосферу. А Венера почти такой же величины, как Земля, поэтому и у нее есть атмосфера. Венера, можно сказать, родная сестра Земли: обе планеты родились от одной звезды — нашего Солнца. Дол-

гие годы со времени рождения и до сих пор они провели, вероятно, одинаковым образом. Казалось бы, и атмосферы их должны быть одинаковыми. Но так ли это на самом деле?

Нет, не так: кислорода в атмосфере Венеры очень мало или его совсем нет. Кислород же — большая и очень важная часть нашей атмосферы. Но у кислорода такое свойство: он легко соединяется с различными веществами и входит поэтому в состав очень многих веществ. Значит, нет ничего удивительного, что кислорода в свободном виде мало или он вовсе отсутствует в атмосфере Венеры. Но почему же его так много в атмосфере Земли?

Вероятно, потому, что на Земле есть огромное число „кислородных заводов“. Это — растения. Каждое дерево, каждый листок, каждая травинка постоянно выделяют в нашу атмосферу кислород и берегут его запасы в виде газа.

В атмосфере Венеры мы не нашли кислорода. А так как он необходим для жизни, то мы предполагаем, что на Венере нет ни растительного, ни животного мира.

## Орбиты планет

Орбиты планет подобны вложенным друг в друга обручам разной величины; в середине их находится Солнце. Орбита Земли — третий по размеру обруч; первые же два, меньшие обручи, — орбиты Меркурия и Венеры. Эти две планеты так близки к Солнцу, что их можно хорошо видеть только тогда, когда они кажутся наиболее удаленными от Солнца.

Орбиты остальных шести планет больше земной орбиты: эти планеты дальше от Солнца, чем Земля. Поэтому нам кажется, что они кружатся не только вокруг Солнца, но и вокруг Земли.

Представьте себе окруженную лесом поляну; в середине поляны стоит дерево; вокруг дерева ходят, на разных рас-

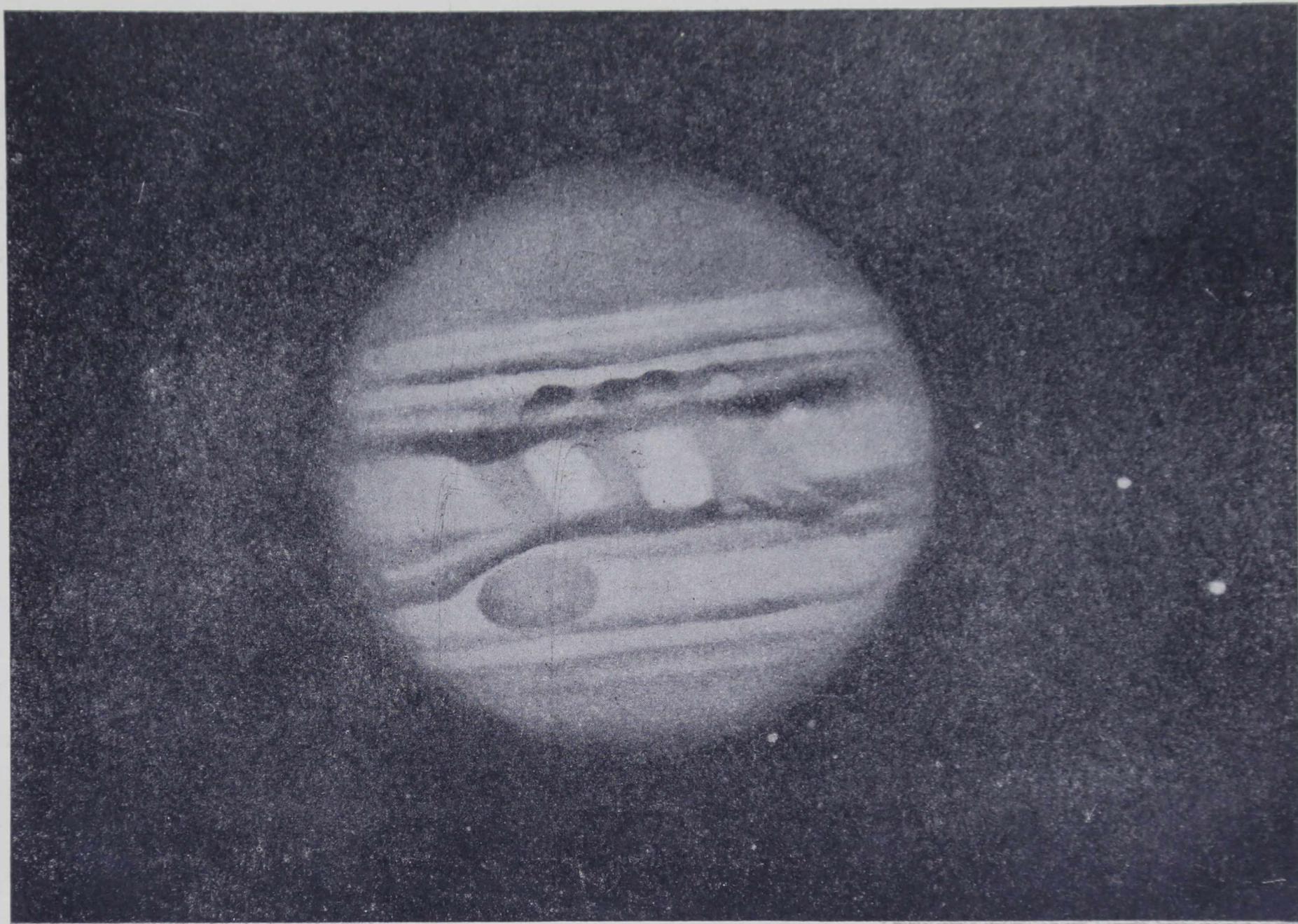
стояниях от него, девять человек. Один из этих людей — вы. Первые два человека ближе всего к дереву, вы же ходите по третьему кругу, на довольно большом расстоянии от дерева. Двигаясь по кругу, вы наблюдаете за своими товарищами. Что вы увидите?

Посмотрите сначала на первых двух товарищей. Вам покажется, что они толкуются как будто на одном месте — около дерева. Если же вы станете спиной к дереву, вы не увидите их вовсе — безразлично, в каком месте своего круга вы ни стояли бы.

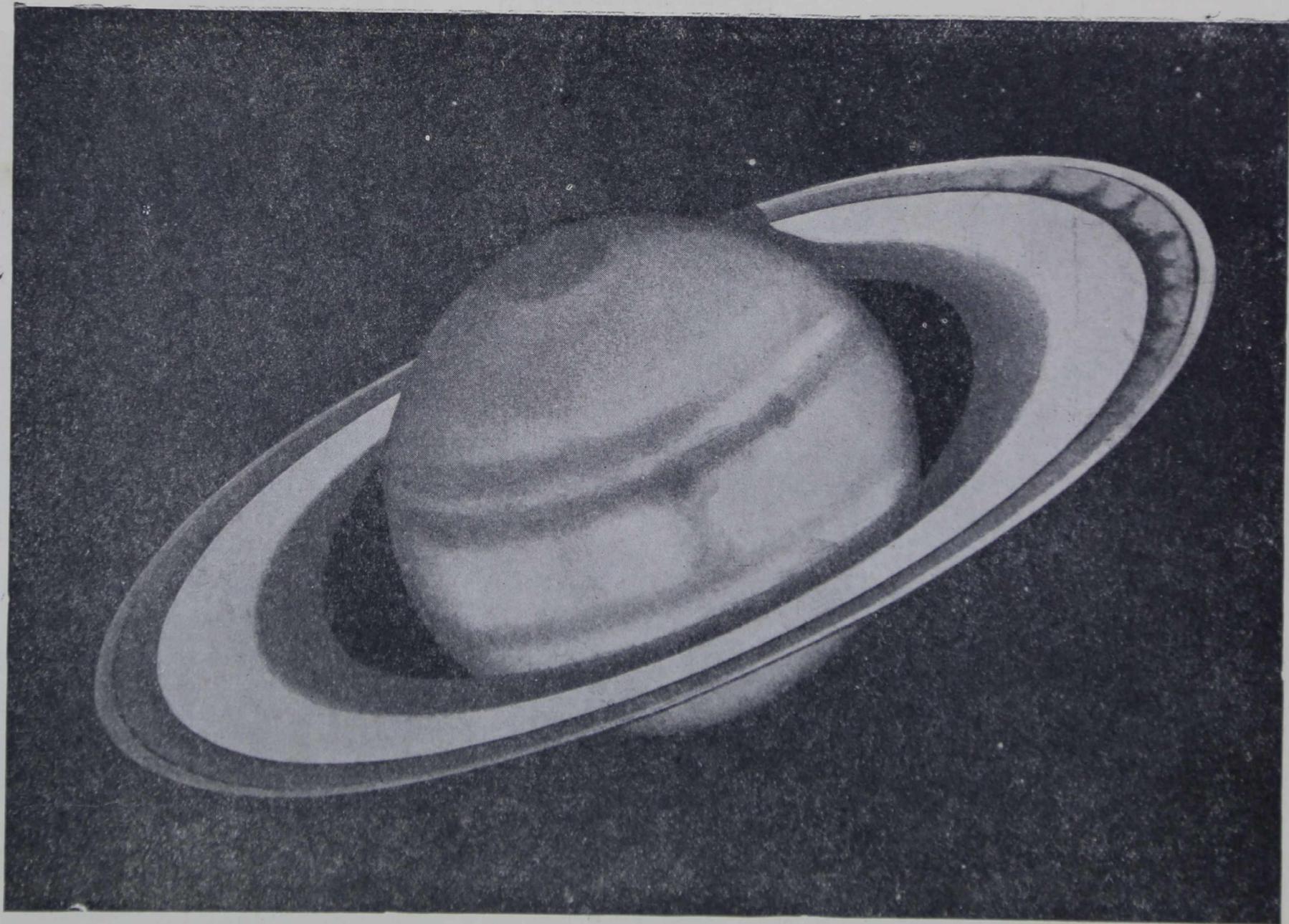
Двигаясь по своим кругам, первые два товарища будут заслонять собой от вас разные части леса, но только в пределах небольшого участка. По мере вашего продвижения по своему кругу, будет передвигаться также и этот участок леса (по той же причине, по какой нам кажется, что Солнце движется по небу среди созвездий), но величина участка будет оставаться все время одной и той же. На языке геометрии нужно было бы сказать так: величина угла, под которым мы видим круговые пути первых двух товарищей, постоянна.

Вообразите теперь на месте поляны мировое пространство, на месте леса — небо, дерева — Солнце, а вместо девяти человек — девять планет нашей солнечной системы. Зная расстояния Меркурия, Венеры и Земли от Солнца, нетрудно вычислить, под какими углами мы видим их орбиты.

Взглянем теперь на остальных товарищей. О них вы уже не скажете, что они „топчутся на одном месте“. Вы увидите, что остальные шесть человек обходят всё ваше небо: они будут заслонять от вас поочередно все части леса по кругу, на каком бы месте своего круга вы ни стояли. Когда вы будете находиться на прямой линии между одним из товарищей и деревом, расстояние между вами и этим товарищем будет наименьшим. Если же товарищ перейдет в это время по ту сторону дерева, то тогда расстояние между вами и им станет наибольшим. А так как последние шесть товарищей обходят всё ваше „небо“, то вам покажется,



*Х. Юпитер (с.м. стр. 68).*



*XI. Сатурн (см. стр. 71).*

что они ходят не только вокруг дерева, но и вокруг вас.

На орбиты Меркурия и Венеры мы смотрим с Земли, как на висящие где-то вдали обручи. Мы видим эти обручи под небольшими углами. Но орбиты остальных шести планет лежат снаружи, вне орбиты Земли. Эти планеты называются „внешними“. Их орбиты мы видим не где-то вдали, а вокруг себя, так как мы смотрим на эти большие обручи изнутри.

Теперь ясно, почему внешние планеты оборачиваются по небесному своду не только вокруг Солнца, но и вокруг Земли. И если Меркурия и Венеру мы видим всегда примерно в одном направлении — около Солнца, то остальные планеты могут быть видны уже во всех направлениях, в том числе и в противоположном Солнцу. Значит, мы можем наблюдать их и ночью, когда Солнце с Меркурием и Венерой прячется за горизонт.

## Внешние планеты

Ближайшие внешние соседи Земли — Марс и Юпитер. Находясь на наименьшем расстоянии от нас, они могут быть самыми яркими светилами (не считая Солнца и Луны). Правда, их яркость раз в десять меньше яркости Венеры, но свеча ночью кажется ярче, чем лампа днем. А ведь Венера — именно „лампа днем“ или, в лучшем случае, в сумерки. Марсу же и Юпитеру не приходится вступать в непосильное соревнование с ярким светом Солнца.

Остальные четыре планеты слабее Марса и Юпитера: за Юпитером идет Сатурн, похожий по видимой яркости на звезду; ближайший сосед Сатурна — Уран — почти не доступен невооруженному глазу; Нептун можно увидеть только в телескоп, а для Плутона нужен очень сильный телескоп.

Поперечник Марса почти вдвое меньше поперечника Земли. Марс дальше от Солнца, и поэтому на его месте

должна была бы получиться не меньшая, а бóльшая капля, чем Земля. Но если Марс нарушает закон увеличения капель, то Юпитер в гораздо большей степени подтверждает его: поперечник Юпитера в одиннадцать с лишним раз больше поперечника Земли. На постройку одного Юпитера ушло бы тысяча четыреста пятьдесят шаров величиною с Землю.

Плотность материи Юпитера меньше земной; поэтому Юпитер „всего“ в триста семнадцать раз тяжелее Земли и в два раза тяжелее всех остальных планет, вместе взятых.

Среди девяти планет Юпитер—пятая по счету планета (не считая астероидов, о которых мы поговорим дальше). Он находится в середине сигарообразной струи (фото VIII). Это говорит о том, что Юпитер должен был получиться из самой толстой части струи. Следовательно, Юпитер должен быть больше остальных планет, как это и есть на самом деле.

Остальные планеты, по мере приближения ко второму концу сигарообразной струи, становятся все меньше: Сатурн меньше Юпитера, Уран и Нептун меньше Сатурна, а получившийся из конца струи Плутон только чуть больше Меркурия.

## Климат планет

Телескоп не только увеличивает предметы. У него есть еще и другое, не менее важное свойство: он собирает больше лучей света, чем невооруженный глаз. Поэтому слабо светящиеся или слабо освещенные предметы при рассмотрении их в телескоп кажутся гораздо ярче. Такое действие телескопа можно сравнить с работой воронки, подставленной под дождь.

Собранные телескопом лучи света можно направить не только в глаз, но и на фотографическую пластинку. Как и глаз, пластинка чувствует увеличение яркости. Это дает возможность фотографировать очень слабые звезды и тусклые части неба.

Вместе со светом небесные тела шлют нам и тепло. Лучи Солнца — это одновременно и световые, и тепловые лучи. Значит, телескоп собирает не только световые лучи небесных тел, но и тепловые.

Есть очень чувствительные приборы для измерения ничтожных количеств тепла, например, собранных телескопом от слабых светил. Эти приборы так чувствительны, что ими можно измерить тепло свечки, отстоящей на сотни километров от телескопа.

В Соединенных штатах Северной Америки в обсерватории на Маунт-Вилсон находится самый большой на земном шаре телескоп-рефлектор (такой телескоп собирает лучи большим вогнутым зеркалом). Диаметр его зеркала равен 2,54 метра. Этот рефлектор может обнаружить тепло свечи, находящейся на расстоянии трех тысяч километров. Телескопом на Маунт-Вилсон измерено тепло, посылаемое нам наиболее яркими звездами и ближайшими планетами. Найдено, что планеты излучают почти столько же тепла, сколько они получают от Солнца. Во всяком случае — не больше. То, что планеты светят не своим светом, а только отражают свет Солнца, было известно уже давно. Теперь же мы узнали, что и собственного тепла они не имеют.

Огненная струя сгустилась в раскаленные капли, которые излучали в пространство тепло. Но с тех пор прошло два миллиарда лет, и капли-планеты успели давно остыть. А так как теперь они получают тепло только от Солнца, то чем планета дальше от Солнца, тем она холоднее.

Солнце и звезды подобны разбросанным в пространстве кострам. Тело, унесенное в отдаленные закоулки Вселенной, куда доходят только ничтожные количества тепла, охладилось бы почти до „абсолютного нуля“. Это — самая низкая температура, равная  $-273^{\circ}$ . При приближении к кострам становится теплее, но, чтобы получить от какого-нибудь костра достаточно тепла, пришлось бы проехать огромное расстояние. Какое же количество тепла можно считать достаточным? Такое, при котором возможна жизнь.

Внешние планеты недостаточно близки к нашему ближайшему костру — Солнцу. На Сатурне, Уране, Нептуне и Плутоне обычна такая низкая температура, какой на Земле нигде и никогда не было. Разве только при лабораторных опытах. Юпитер ближе этих планет к Солнцу, но даже и на нем страшный мороз: около  $-150^{\circ}$ . При такой температуре наша атмосфера замерзла бы и превратилась в жидкость. Но в атмосфере Юпитера мы замечаем какое-то движение: появляется и исчезает что-то, похожее на дождевые тучи (фото X). Эти облака Юпитера должны состоять из газа, который сгущается, как, например, углекислота, только при сильном холоде.

Наш ближайший „внешний сосед“ — Марс. На нем условия для земных гостей лучше. Но все же и на Марсе температура, в среднем, ниже нуля. Вы знаете, какая сильная жара на экваторе Земли в полдень, когда лучи Солнца падают вертикально. Но на экваторе Марса в полдень примерно так же холодно, как в Москве в холодный осенний день. Чем же объясняется такая низкая температура на Марсе?

Во-первых, Марс дальше от Солнца, чем Земля: каждый квадратный сантиметр поверхности Марса получает в два с лишним раза меньше тепла, чем квадратный сантиметр на подобном месте Земли. Во-вторых, Марс не имеет такой атмосферы, как Земля. Поэтому атмосфера Марса не в состоянии удержать получаемое от Солнца тепло. И, наконец, исследование отраженного Марсом света заставляет предполагать, что поверхность этой планеты, как и Луны, покрыта главным образом, вулканическим пеплом. Мы знаем, что этот пепел не проводит тепла и не сохраняет его. Поэтому к вечеру на Марсе наступает резкое похолодание. Но еще до вечера температура падает ниже нуля, а в полночь даже на экваторе должен быть сильный мороз. Остальные части Марса, понятно, еще холоднее.

На наших „внутренних соседях“ — другая температурная крайность. Венера и Меркурий тоже неудобны для жизни, если можно назвать „неудобством“ жару, при которой люди

и животные превратились бы в жаркóе. Такая именно температура на Меркурии. На Венере хотя и „холоднее“, но все же достаточно горячо.

Обследовав все планеты, мы видим, что температура Земли — самая подходящая для возникновения и существования жизни.

## Есть ли жизнь на Марсе?

Четверть века назад этот вопрос занимал очень многих.

И действительно: если какая-нибудь из планет может соперничать с Землей, то это — Марс. Некоторые астрономы видели на Марсе полосы, которые они принимали за каналы. Правильная форма полос наводила на мысль, что „каналы“ построены разумными существами. Но на фотографических снимках Марса не обнаружено ничего, что говорило бы о деятельности разумных существ на поверхности этой планеты.

При рассмотрении слабо освещенных предметов приходится напрягать зрение. опыты показали, что темные и светлые пятна кажутся в таких случаях как бы соединенными прямыми линиями. Этим, вероятно, и объясняются „каналы“ Марса. Примерно то же, что и на Марсе, „видели“ некоторые наблюдатели и на Венере, Меркурии и Луне. Но известно, что на поверхности Венеры видны только облака, а на „месте под Солнцем“ — на Меркурии — жизнь невозможна. В отношении же Луны выяснилось, что одни полосы — только кажущиеся; не кажущиеся же — вовсе не каналы. Все такие „каналы“ рисуются воображению наблюдателей только при рассмотрении планет в телескопы недостаточной силы. Теперь мы знаем, что в действительности никаких каналов на планетах нет.

Вопрос же — существует ли на Марсе жизнь — представим решить фотоаппаратам и более мощным телескопам, чем те, какие у нас имеются сейчас.

На Марсе, как на Земле, есть времена года. Они вызывают на поверхности планеты некоторые изменения: зимой на полюсах нарастают снежные покровы, а к лету они тают. Одновременно с таянием снега меняется вид местностей по направлению к экватору. Одни астрономы объясняют это появлением растительности, другие же думают, что это дожди меняют вид пустыни, покрытой вулканическим пеплом.

Как видите, вероятность, что на какой-нибудь планете, кроме Земли, имеется жизнь, очень невелика. Что бы там ни говорили по этому поводу другие, но я думаю, что жизнь в пределах нашей солнечной системы существует только на Земле. Но среди звезд должны быть другие солнца, окруженные, подобно нашему Солнцу, семьями планет. Среди них, наверное, есть земли, подобные нашей Земле, населенные высокоразвитыми живыми существами. Глядя на млечный путь, в котором наше Солнце — только одна песчинка, быть может, и наши далекие товарищи сейчас думают: „А есть ли еще где-нибудь во Вселенной жизнь?“

## Спутники планет

Некоторые планеты обзавелись семьями. Члены этих семейств — луны — такие же спутники планет, как наша Луна. У Юпитера и Сатурна по девяти лун, у Урана — четыре, у Марса — две, у Нептуна и Земли — по одной, а у Венеры и Меркурия совсем нет спутников. Луны — это, вероятно, оторванные от планет куски, так же как планеты — оторванные куски Солнца. Вероятно, и история происхождения лун похожа на историю происхождения планет.

Вы знаете, что все тела взаимно притягиваются и что это свойство тел называется тяготением. Чем меньше расстояние между телами, тем сильнее они притягивают друг друга. Вообразите себе теперь какое-нибудь большое тело, вокруг которого вращается маленькое. Чем ближе подойдет маленькое тело к большому, тем сильнее будет сказываться

на нем влияние большого тела. С уменьшением расстояния между телами это влияние может настолько возрасти, что большое тело разорвет меньшее в куски. Оно разорвет его издали одной только силой своего тяготения.

Можно сказать, что большие тела окружены особым поясом. Вход маленьким телам за пределы этого пояса запрещается. Смелчаки, перешедшие „опасную зону“ (пояс), жестоко наказываются. Механика и математика устанавливают в каждом отдельном случае границы опасной зоны. И ни одно маленькое тело, перейдя однажды эти границы, не сможет уже вернуться целым. В какой же мере оно пострадает от близкого знакомства с большим телом? А это зависит от того, сколько времени оно находилось в его опасной зоне.

Вы знаете, что когда-то — это было более двух миллиардов лет назад — с нашим Солнцем произошла катастрофа. Почему же это случилось? Потому, что Солнце, странствуя во Вселенной, встретилось с большей и более массивной, чем оно, звездой. Солнце попало в опасную зону звезды, за что и было наказано: звезда вырвала из него клочок огненной газообразной материи. Этот клочок сгустился, как вам известно, в планеты.

Мы говорили, что орбиты планет были вначале вытянуты. Двигаясь по ним, планеты то удалялись от Солнца, то приближались к нему. А приближаясь, некоторые из них могли попасть в опасную зону Солнца. В этих случаях оно должно было разбивать их на куски.

Так произошли, вероятно, спутники планет; и так Солнце разорвало некогда одну из капель на две неравные части. Большая часть называется Землей, а меньшая — Луной.

## Кольца Сатурна

Самая замечательная из всех планет — Сатурн. Кроме девяти лун, вокруг Сатурна вращаются три плоских кольца (фото XI), в которых Сатурн выглядит, как в воротнике.

Сатурн, по величине,— следующая за Юпитером планета. Будучи меньше Юпитера, он все же достаточно велик: восемьсот шаров величиной с Землю равны объему одного Сатурна, а на кольцах Сатурна Земля могла бы катиться, как футбольный мяч по шоссе.

Впервые кольца Сатурна были замечены в 1610 году Галилеем.

В середине XVIII века один ученый предположил, что кольца—это огромное число мелких планет. А еще через полтора столетия знаменитый физик Максвелл математически доказал, что кольца Сатурна—самые замечательные, по мнению Максвелла, тела—должны действительно состоять из мелких спутников. О том же говорят и наблюдения: внутренние части колец вращаются вокруг планеты быстрее, чем наружные. Это очень похоже на движение планет в солнечной системе: планеты тоже обращаются вокруг Солнца, все в одну сторону, и чем дальше от Солнца, тем медленнее. Вращались ли бы так цельные кольца? Ясно, что нет: это возможно только в том случае, если кольца состоят из частичек, способных двигаться каждая в отдельности.

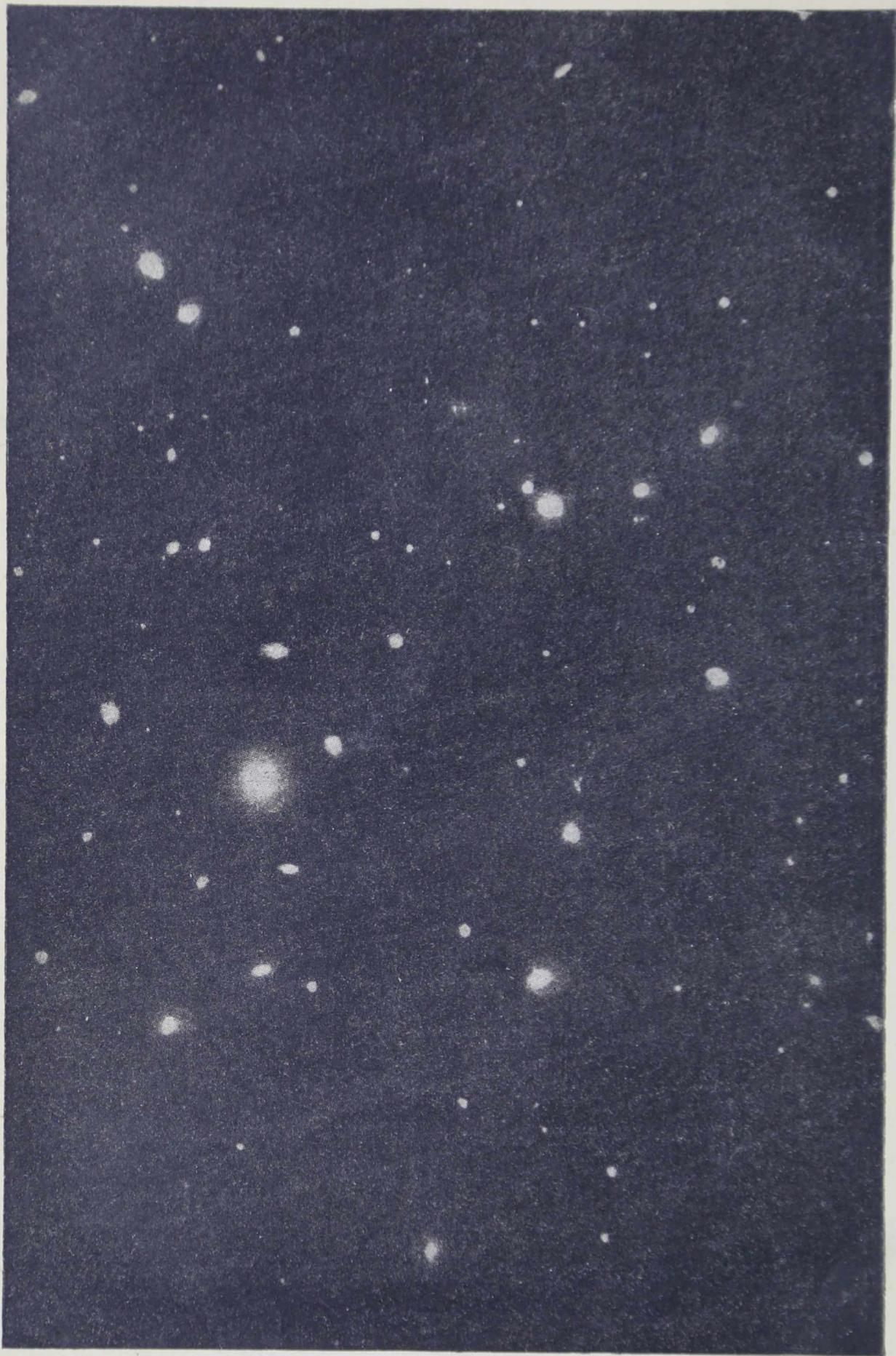
Все это говорит о том, что кольца Сатурна—действительно полчища крошечных лун. Но откуда эти луны взялись?

Мы думаем, что они—осколки существовавшей когда-то большой луны, имевшей несчастье попасть в опасную зону Сатурна. И за то, что она осмелилась приблизиться к нему за дозволенный предел, Сатурн растерзал ее в клочья. Подчинившись непреложному закону природы, неосторожная луна распалась на миллионы обломков. Так появились правнуки Солнца.

Но между историей происхождения планет и возникновением колец Сатурна все же есть разница. Ведь планеты появились так: Солнце и звезда неслись с огромной скоростью; попав в опасную зону звезды, Солнце только временно оставалось в ней; вылетев с большой скоростью, Солнце избежало тем самым гибели, счастливо отделавшись



*XII. Комета Галлея (см. стр. 75).*



*XIII. Скопление туманностей в Волосах Вереники (см. стр. 137).*

только небольшими потерями. Сам Сатурн, удаляясь от Солнца, тоже только временно находился в опасной зоне. Но разорванная луна, вращаясь вокруг Сатурна, все время приближалась к нему. Попав, наконец, в опасную зону, она прочно засела в ней, не будучи в состоянии вырваться. И тогда Сатурн стал разбивать ее на части.

У нас есть два надежных свидетеля, что это должно было произойти именно так. Имена этих свидетелей — механика и математика. Вычислено, что кольца Сатурна находятся как раз внутри опасной зоны, самая же близкая к Сатурну луна — вне этой зоны. Иначе и она была бы разбита. Внутренняя луна Юпитера тоже вращается около границы опасной зоны. Возможно, что эта луна приблизится когда-нибудь к Юпитеру и попадет в его опасную зону. Тогда ее постигнет та же участь, что и луну Сатурна: она будет разбита вдребезги, а Юпитер нарядится в воротник.

Может ли вырасти такой же воротник и у Земли? Может: наша Луна, правда, очень медленно, но непрерывно приближается к Земле. Пройдут миллиарды лет, и она попадет в опасную зону Земли. И тогда Земля поступит со своим старым товарищем так же, как поступил со своим спутником Сатурн. Человечество будущего станет свидетелем замечательной картины: оно увидит, как Луна раскалывается и дробится на все более мелкие части. Не будет у нас больше Луны — ее заменят миллионы осколков. Миллионы крошечных лун украсят Землю воротником.

Какие изменения произойдут тогда на Земле? Во-первых, „лунный свет“ будет действовать непрерывно в течение круглых суток; во-вторых, кольца будут сильнее освещать Землю, чем наша теперешняя Луна: бóльшая поверхность кольца, состоящего из многих лун, отразит больше солнечного света, чем одна Луна.

Кольца будут очень красивы, но они принесут с собой и некоторые неприятности: при столкновениях друг с другом крошечные луны будут разбиваться и осыпать Землю каменным градом.

## Малые планеты

Говоря о солнечных потомках, мы называли до сих пор только планеты. Но, кроме них, есть другие члены солнечной семьи, в первую очередь астероиды, с которыми вы, вероятно, знакомы.

Что такое астероиды? Это — маленькие планеты. Поэтому их так и называют иногда: малые планеты. Крупнейшие астероиды имеют в поперечнике сотни километров. Поперечник самого большого астероида — Цереры — равен почти восьмистам километрам, а поперечники самых малых не достигают и двадцати километров. Первый астероид был открыт в 1801 году; теперь нам известны уже полторы тысячи этих крошечных планет.

Как и другие планеты, астероиды вращаются вокруг Солнца. Но они не разбросаны по всей солнечной системе: они движутся между орбитами Марса и Юпитера. Их место в солнечной системе показано на фото VIII. Почему же все они расположились именно там? Это, конечно, не случайно. При изучении планет мы замечаем, что промежуток между орбитами Марса и Юпитера слишком велик — он должен быть меньше. И то, что как раз в этом промежутке вращаются астероиды, навело ученых на такую мысль: здесь находилась когда-то планета, которая, попав в опасную зону Юпитера, была разбита им на тысячи частей. Так, вероятно, произошли астероиды.

## Кометы и падающие звезды

Некоторые из них путешествуют по очень вытянутым орбитам. Быть может, вам даже известно, что кривые линии, которые все тела описывают вокруг Солнца, называются эллипсами.

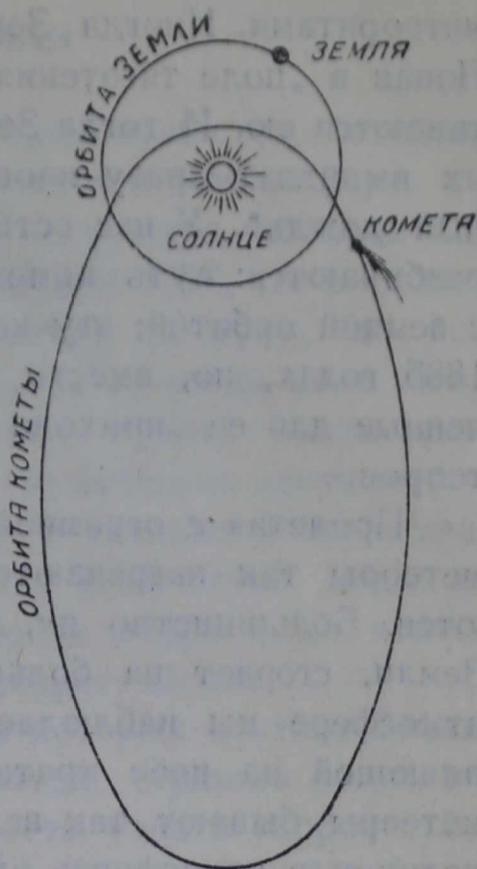
Видели вы когда-нибудь эллипс? Безусловно видели, и не раз. Но, вероятно, не знали, что это именно эллипс.

Далеко ходить за примерами не приходится: распиленная вкось далка или трубка дают в сечении эллипс. С увеличением наклона пилы эллипсы все более и более вытягиваются. Если же держать пилу не косо, а прямо, перпендикулярно длине палки или трубки, то вытянутость совершенно исчезает, и эллипс превращается в круг. Но круг — это тоже эллипс, одна из его форм, как квадрат — одна из форм ромба. Короче говоря, сечение цилиндра плоскостью дает эллипс.

По очень растянутым эллипсам двигаются около Солнца кометы. Комета показана на фото XII, а ее орбита — на рисунке. Как видите, Солнце находится не в середине эллипса, а у одного из его концов. Поэтому кометы то приближаются к Солнцу, то улетают от него в далекие и холодные глубины пространства. Вот кого действительно можно назвать „кочевниками“! Вытянутая форма орбит делает кометы нашими редкими гостями: проходят десятки, сотни и даже тысячи лет, прежде чем кометы солнечной системы возвращаются в наши края. А до тех пор мы не видим их: доступными глазу они становятся, только достаточно близко подойдя к Солнцу, которое освещает их.

Во все времена появление комет считалось большим событием. Но кометы — совсем уж не такие важные и значительные особы и вовсе не заслуживают того почтительного внимания, какое им уделяли.

Как планеты, так и кометы разбиваются на части в опасных зонах больших тел. Разбитые кометы превращаются в рои камней, которые называются метеорами или



Орбита кометы.

метеоритами. Иногда Земля сталкивается с роем метеоров. Попав в „поле тяготения“ Земли, эти осколки комет притягиваются ею. И тогда Землю осыпает град камней. А когда их выпадает сразу много, получается настоящий „метеорный дождь“. У нас есть доказательства того, что кометы разбиваются: путь кометы Биэлы почти что пересекается с земной орбитой; эту комету ожидали увидеть в 1872 и в 1885 годах, но, вместо появления кометы, точно в назначенные для ее прихода сроки сыпался обильный град метеоров.

Пролетая с огромной скоростью через нашу атмосферу, метеоры так нагреваются от трения о воздух, что загораются. Большинство их, не успев долететь до поверхности Земли, сгорает на большой высоте. Сгорание метеоров в атмосфере мы наблюдаем в виде огненной вспышки, оставляющей на небе кратковременный яркий след. Но иногда метеоры бывают так велики, что они не успевают сгорать целиком в атмосфере: их остатки падают в виде раскаленных камней на Землю. Они очень малы — величиной с яблоко, орех, горошину или и того меньше. Но бывают, правда очень редко, большие и даже гигантские метеориты. В июне 1908 года в Восточной Сибири — в болотистой тайге Подкаменной Тунгузки — упал огромный метеорит. Он до сих пор не найден. Около предполагаемого места его падения экспедиция обнаружила разрушенный и обгоревший лес. Падение метеора вызвало страшный ветер, который повалил деревья на площади в двести квадратных километров; грохот оглушал людей, гибли олени, и тряслась почва. В Нью-Йорке хранится железный метеорит, весящий более пятнадцати тонн. В американском штате Аризона обнаружено в почве огромное углубление, похожее на кратер вулкана. Упавший здесь когда-то метеорит должен был быть величиной с гору. Недавно набрали на его осколки. В них оказалось несколько миллионов тонн чистого железа.

## Возраст Земли

О нем нам рассказывают некоторые вещества, которые мы находим в древнейших метеоритах и в земной коре.

Вообразите, что вас подвели к ведру, три четверти которого наполнено водой. Вам сказали при этом, что несколько недель назад ведро было налито доверху, но вот вода испарилась. Можно ли определить, когда вода была налита в ведро? Можно. Для этого нужно знать скорость испарения, то есть сколько кубических сантиметров воды испаряется, скажем, в сутки и сколько воды не хватает в ведре. Разделив недостающее количество воды на скорость испарения, вы узнаете, когда ведро было наполнено. Подобным способом узнали возраст Земли.

Дело в том, что вещества, из которых состоит Земля, с течением времени меняются. Правда, страшно медленно, но есть способы, дающие возможность узнать скорость изменения. Зная же ее, а также величину изменений в веществах за все время их пребывания на Земле, мы можем вычислить возраст и Земли, и упавших на нее древнейших метеоритов. Получается огромное число: около двух миллиардов лет.

Два миллиарда лет прошло с тех пор, как затвердела Земля и первые упавшие на нее метеориты. Возникла же Земля из огненной струи Солнца, конечно, еще раньше. Вот почему мы отправились на ракете именно на три миллиарда лет назад и почему мы решили, что великая мировая катастрофа должна была произойти в таком далеком прошлом — между вторым и третьим миллиардом лет.

## Мельчайшие члены солнечной семьи

Планеты, луны, кольца, астероиды, кометы и метеоры — как разнообразны солнечные потомки! Но это не все: есть еще меньшие тела, которые тоже вращаются вокруг

Солнца. Это — пылинки, молекулы различных веществ, атомы и даже обломки атомов. Группы этих частичек, освещенные Солнцем, бывают иногда видны (редко у нас, чаще — в южных широтах) после захода Солнца в виде светящейся прозрачной полосы, которая называется „зодиакальным светом“.

Во время затмения, когда Луна покрывает солнечный диск, мы видим Солнце окруженным „коронай“. Это тоже толпы неисчислимых количеств микроскопических планет, вращающихся вокруг Солнца и отражающих его свет.

После всего, что нам теперь уже известно, мы можем сказать: вся история солнечной системы — от гиганта Юпитера до обломка атома — это долгая история распада больших тел на меньшие. Распадаются же они, как мы уже знаем, не в столкновениях, а от действия силы тяготения — той самой силы, которая вызывает на нашей Земле приливы. Так произошли от Солнца планеты и астероиды, появились у планет спутники, возникли у Сатурна кольца, и так, в виде метеоров и блуждающей в мировом пространстве пыли, кончают свою жизнь кометы. И каждый член нашей небесной колонии — от Солнца до мельчайшей пылинки — одинаково подчиняется в своем движении великому закону природы — закону всемирного тяготения.

О нем мы поговорим в следующей главе.

## ВЗВЕШИВАНИЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Сила всемирного тяготения управляет Вселенной. Это она вырвала из Солнца тот клочок материи, из которого возникла родившая нас с вами Земля. Следовательно, даже жизнью своей мы обязаны силе тяготения. Она же и охраняет нас, удерживая Землю около Солнца. Что стало бы с нами, если бы Солнце лишилось внезапно своей силы тяготения? Стремглав понеслась бы Земля в тьму холодных недр бесконечного пространства, и жизнь на ней замерла бы. Скованная толстым слоем затвердевшей ледяной атмосферы, наша планета превратилась бы в мрачный и пустой мертвый мир.

А если бы не Солнце, а Земля вдруг лишилась своей способности притягивать? Можно подумать — вот хорошо было бы тогда! Мы смогли бы поднимать и нести любой величины „невесомые тяжести“, как угодно высоко прыгать и, не утомляясь, проходить и пробегать огромные расстояния.

Вообразим, что можно уничтожить земное притяжение. С улыбкой любопытства мы отдаем Земле приказ перестать притягивать. Мы хотим посмотреть, как интересно все будет кругом выглядеть. Но через мгновение наша улыбка

превращается в гримасу ужаса: Земля сразу лишается атмосферы. Через минуту безвоздушное пространство вокруг нашей планеты усеивается изуродованными трупами.

Но допустим, что атмосфера уцелела бы. Тогда мы сами, как пробка из бутылки с шампанским, стремглав вылетели бы в стратосферу. Не помогло бы ни беспомощное барахтанье, ни отчаянные вопли о помощи, ни бесплодные попытки уцепиться за воздух. А в стратосфере с нами произошло бы то же, что с глубоководными животными на поверхности Земли. Но стратосфера не стала бы нашей могилой: наши затвердевшие обледенелые трупы продолжали бы лететь с ужасающей скоростью в мировое пространство. В конце концов они упали бы на Солнце или сделались бы его спутниками. И не только они, но все не прикрепленные к почве предметы взлетели бы в воздух с поверхности Земли: все валуны, камни и песок; все люди и животные; дома, их содержимое и обломки зданий; машины и железные дороги с поездами; вся вода из рек, озер, морей и океанов вместе с пароходами. Со свистом и гулом понеслось бы все это к черному от песка и пыли небу.

Почему при отсутствии силы тяжести атмосфера улете- ла бы, вам должно быть ясно. Притягивая атмосферу, Земля сильно сжимает ее: верхние слои воздуха давят своим весом на нижние. С уничтожением силы притяжения с атмосферой должно произойти сначала то, что с сжатой и отпущенной пружиной. Все более разжимаясь, воздух быстро рассеялся бы в пространстве.

А почему мы вылетели бы из атмосферы, если бы она осталась на месте? Потому, что она вытеснила бы нас с поверхности Земли, как вода вытесняет пробку со дна сосуда с водой.

Наш воображаемый опыт оказался поучительным: он показал, что притяжение Земли не менее важно для нас, чем притяжение Солнца. И мы видим, что тяготение, которому подчинена вся Вселенная, так же необходимо для нашей жизни, как воздух и вода.

## Открытие Ньютона

С силой тяготения мы сталкиваемся каждую минуту, каждый миг: мы непрерывно ощущаем ее как силу тяжести. Мы так привыкли к этой силе, что никогда не размышляли о ней: всегда все принимали как должное, что предметы падают вниз, а не вверх. А почему? Над этим никто не задумывался. И нужен был гений великого ученого Ньютона, чтобы поставить такой простой вопрос. Ньютон подметил в силе тяжести очень важный закон природы. И в этом великая заслуга Ньютона.

Луна движется вокруг Земли со скоростью большей, чем три с половиной тысячи километров в час. Если бы Земля и Солнце не притягивали Луну, она полетела бы в пространство по прямой линии и за год успела бы удалиться от нас на тридцать два миллиона километров. Земля, к которой Луна крепко привязана узами тяготения, непрерывно искривляет путь Луны, заставляя ее двигаться вокруг себя.

Ньютон это понял. Он высказал мысль, что все тела в мире притягиваются — „тяготеют“ друг к другу, как бы далеко они ни находились друг от друга. В силе, удерживающей Луну около Земли, а планеты — около Солнца, Ньютон увидел ту же силу, которая заставляет предметы падать на Землю.

Мысль Ньютона оказалась верной. Она раскрыла перед нами тайну величайшего закона природы, который управляет движением миров.

## Изучение тяготения

Ученые могут подробно изучать силу тяготения как в земных лабораториях, так и в лабораториях неба, где природа всегда как бы производит опыты в колоссальном масштабе, позволяя нам наблюдать их результаты. И теперь

мы уже знаем, что всё в мире — от мельчайшей пылинки до огромных скоплений гигантских звезд — находится во власти тяготения и покорно следует его законам. В звездных мирах, отдаленных от нас миллионами световых лет, мы видим подтверждение гениальных мыслей Ньютона, которые не только объяснили механику движения светил, но и научили нас взвешивать планеты и звезды.

Ньютон нашел, что сила, с которой все тела притягиваются друг к другу, зависит от количества вещества в этих телах и от расстояния между ними. Но что значит „количество вещества“?

Сравните кубический метр железа и сена. Куб железа весит в несколько раз больше куба сена. Это потому, что в первом кубе больше вещества, чем во втором: ведь железо плотнее сена. О плотности же вещества мы судим по его весу. А если мы возьмем килограмм сена и килограмм железа?

Тогда мы найдем, что объем железа в несколько раз меньше объема сена. А почему он меньше? По той же причине: железо плотнее сена. Но в килограмме сена ровно столько же вещества, сколько в килограмме железа. И выходит, по закону Ньютона, что притяжение между телами не зависит от их материала. Так это и есть на самом деле: Земля притягивает с одинаковой силой и килограмм железа, и килограмм сена. Именно поэтому их веса — килограмм железа и килограмм сена — и равны, что Земля притянула оба эти количества с одинаковой силой!

Для краткости будем называть количество вещества в телах словами механики — „масса тел“. Поставим теперь такой вопрос: в какой мере зависит сила притяжения между телами от количества вещества в них?

Она увеличивается „прямо пропорционально произведению масс“. Это значит, что при увеличении массы одного тела, скажем, в три раза, а другого — в четыре, сила притяжения между телами увеличится в  $3 \times 4 = 12$  раз. Это — первая часть закона тяготения.

Из второй части закона мы узнаем, что сила притяжения между телами, например между Солнцем и планетами, уменьшается „обратно пропорционально квадрату расстояния между ними“. И это нетрудно понять. Это значит, что с увеличением расстояния сила притяжения уменьшается. Вы и сами, наверное, заметили это, если играли когда-нибудь магнитом и иголкой. Но оказывается, что если расстояние между телами увеличилось вдвое, то сила притяжения между ними уменьшилась не в 2, а в 4 раза; если втрое, то в 9 раз; а если вчетверо, то в 16 раз, и так далее. Если же число множится на себя, то получившееся произведение называется „квадратом“ числа.

Вот как надо понимать вторую часть закона Ньютона о всемирном тяготении.

### Сколько весит Земля?

Масса Земли — самая большая из всех доступных нам. Поэтому Земля притягивает нас и все предметы во много раз сильнее, чем любое другое близкое тело, например дом. Не замечаем же мы притяжения дома и других предметов потому, что огромная сила притяжения Земли, можно сказать, „затмевает“ ничтожную силу притяжения дома. На столе, накрытом для еды, тарелки, вилки, ножи, хлеб, колбаса взаимно притягиваются, но трение о стол, которое зависит от их тяжести, не дает им возможности двинуться друг к другу. В межпланетном же пространстве, где Земля не мешала бы им это сделать, они собрались бы в кучу.

В лабораториях очень точно измерили величину тяготения между двумя телами. Проделали опыт с двумя тоннами свинца и узнали, с какой силой одна тонна вещества притягивается к другой, или, иначе говоря, сколько весила бы одна тонна вещества около другой, если бы не существовало притяжения Земли. Получилась хотя и ничтожная, но ценная величина. Ее очень важно было найти: она рассказа-

ла нам, чему равна масса Земли, или, другими словами, сколько тонн весит Земля.

Вы были убеждены, что Земля „очень тяжелая“. Вы не ошиблись: она весит  $6 \cdot 10^{21}$  тонн. Прочтем это число. Из таблички в начале книги вы знаете, что  $10^{18}$ —это триллион. Поэтому снимем с  $10^{21}$  три нуля и припишем их к шестерке. Получается  $6 \cdot 10^{21} = 6\,000 \cdot 10^{18}$ , то есть шесть тысяч триллионов тонн.

Тонной назван вес кубического метра воды. Следовательно, Земля весит столько, сколько  $6 \cdot 10^{21}$  кубических метров воды. Если поставить эти кубические метры рядом, получится „довольно“ длинная линия. Давайте измерять ее не километрами и даже не миллионами километров, а сразу световыми годами: пробежать эту линию из конца в конец луч света успел бы только в шестьсот тридцать тысяч лет.

## Взвешивание Солнца

Все тела в мире тяготеют друг к другу.

С тех пор как Ньютон высказал эту гениальную мысль правильность ее много раз была подтверждена астрономическими наблюдениями. Следовательно, всякое яблоко, падая с яблони, влияет не только на Землю, но и на Луну, Солнце и все звезды, хотя величина этого влияния невообразимо мала. Более того: можно сказать, что каждое движение пальца в какой-то бесконечно малой мере „задевает“ все звезды в мире.

Строго по закону тяготения управляет Солнце движением всех подвластных ему тел: от гиганта Юпитера до мельчайшей пылинки своей пышной короны и последнего осколка разбитого атома. Всех их Солнце „законно“ удерживает на их путях. Мы можем вычислить силу, с которой Солнце притягивает ту или другую планету, а отсюда — его массу и вес. Все планеты упорно показывают одну и ту же величину. Чему же она равна? И чем ее измерять? Конечно,

не тоннами и даже не миллионами тонн. Теперь у нас есть уже более подходящая гиря. Эта гиря — Земля. И, чтобы уравновесить Солнце, нам пришлось положить на весы математики триста тридцать две тысячи таких гирь: масса Солнца в триста тридцать две тысячи раз больше массы Земли. Следовательно, на каждые три грамма вещества Земли приходится целая тонна вещества Солнца.

При такой огромной массе сила притяжения на поверхности Солнца очень велика: она в двадцать восемь раз больше земной. Это значит, что гиря в три килограмма весила бы на поверхности Солнца восемьдесят четыре килограмма. Такую гирю даже сильный человек с трудом поднял бы. Но вряд ли ему удалось бы это вообще сделать, так как на поверхности Солнца он был бы прежде всего раздавлен своей собственной тяжестью: он весил бы там около двух тонн. Никакой земной человек такой нагрузки не выдержит — разве только, если бы он был не из мяса и костей, а из стали.

### Замечательная история двух открытий

Все члены солнечной семьи влияют своим тяготением друг на друга. Мы замечаем, например, что планеты, кометы и астероиды, находясь вблизи огромной массы Юпитера, сдвигаются со своих путей. Некоторые астрономы думают, что две самые далекие луны Юпитера — вовсе не его родные дети, а бывшие астероиды. Как и все астероиды, они двигались вокруг Солнца, но имели когда-то неосторожность слишком близко подойти к Юпитеру, который захватил их. И с тех пор они подчиняются своему новому хозяину — вращаются уже вокруг Юпитера. При этом они движутся не вокруг экватора Юпитера с востока на запад, как остальные луны, а с севера на юг и с юга на север. Это усиливает наше подозрение, что они чужаки в семье Юпитера. В том же мы подозреваем, хотя и в меньшей степени,

спутника Нептуна и крайнюю луну Сатурна, которые тоже движутся не так, как следовало бы.

Но заметно не только влияние Юпитера на своих меньших товарищей, а и притяжение другими планетами друг друга. И астроному, который вычисляет и предсказывает пути небесных светил, приходится считаться со всеми этими влияниями.

Нептун был открыт девяносто лет назад, но уже до этого знали о его существовании. Откуда же это стало известно? Об этом рассказали нам наши верные помощники — механика и математика. И опять-таки при непрременном участии закона Ньютона. Как же было дело?

В 1781 году был открыт Уран. Его наблюдали, обследовали и внесли в список планет. Казалось бы, что с вопросом покончено. Но астрономы не успокоились — они стали проверять: а движется ли Уран вокруг Солнца так, как ему положено по закону тяготения? Оказалось, что нет — движется не так, как надо.

В правильности закона Ньютона никто не сомневался. Значит, что-то мешает Урану, сдвигает его со своего пути. Что же? Ясно — какое-то еще не открытое небесное тело. И вот два молодых ученых — англичанин Адамс и француз Леверрье — вычислили в 1846 году, в каком месте небесного свода должно находиться это тело. Через несколько дней после сообщения Леверрье берлинский астроном Галле действительно обнаружил почти на указанном месте новую планету, которую назвали Нептуном.

Это событие в истории науки было великой победой математики и закона Ньютона. Ведь местоположение Нептуна обнаружили вычислением, зная только одно: в какой мере Нептун невидимкой искажал орбиту Урана.

Рассказанная история недавно повторилась. Открыв Нептуна, астрономы все еще не успокоились: они требуют от небесных тел самого строгого соблюдения закона Ньютона, а оказалось, что масса Нептуна недостаточно велика, чтобы так сильно исказить орбиту Урана, как мы это на-

блюдаем. Поэтому решили, что за Нептуном должна быть еще одна планета, которая смещает со своих путей и Урана, и Нептуна. Американский профессор Ловэлл проделал такие же вычисления, как Адамс и Леверрье. Но на этот раз новую планету обнаружили не через несколько дней, а через пятнадцать лет, и притом уже после смерти Ловэлла. Так был открыт в 1930 году Плутон. Его нашли недалеко от указанного места, и орбита Плутона немногим отличается от вычисленной Ловэллом.

Плутона было труднее обнаружить потому, что он очень далек от нас. Нептун в тридцать раз дальше от Солнца, чем Земля, а Плутон — в сорок раз. Значит, хотя Нептун и Плутон наиболее близки друг к другу, расстояние между ними все же в десять раз больше расстояния Земли от Солнца. Следовательно, Плутон дальше от нас, чем Нептун, на полтора миллиарда километров. Вот почему его так долго не замечали на небе.

Лучи Солнца идут до Плутона более пяти с половиной часов, а света и тепла Плутон получает от них на каждый квадратный метр поверхности в тысячу шестьсот раз меньше, чем Земля. День на Плуtone темен и мрачен, а Солнце выглядит на черном небе Плутона только очень яркой звездой. Если на Плуtone есть атмосфера, то из-за страшного холода она может находиться там только в твердом состоянии. Год Плутона, то есть время оборота Плутона вокруг Солнца, длится двести пятьдесят земных лет.

## Как велики массы звезд?

Оставив позади себя Плутона, мы вышли за границы нашей маленькой небесной семьи — солнечной системы. Но вдали от нее, в глубоких недрах Вселенной, мы находим другие колонии.

Вы знаете, что ближайшие звезды находятся от нас на расстоянии нескольких световых лет. Поэтому планет и ко-

мет около звезд мы не могли бы увидеть, если бы они даже и были там. Единственные доступные нашему зрению колонии — это колонии из связанных между собою звезд. Они называются „системами“ звезд. Встречаются „двойные системы“, „тройные“ и так далее.

Эти системы — не созвездия, так как в созвездиях звезды ничего общего друг с другом не имеют: они так же далеки друг от друга, как и от нас. Расстояния же между членами звездных систем хотя тоже очень велики, но все же гораздо меньше, чем между звездами в созвездиях. Невооруженным глазом мы не замечаем отдельных звезд в системах: они кажутся слившимися в одну точку. Но телескоп и спектроскоп „разлагают“ такие светящиеся точки на отдельные звезды. Так что многие звезды-одиночки, которые вы видите на небе, на самом деле — системы звезд.

Иногда мы и на Земле не различаем промежутков между удаленными предметами. Так, например, точка, находящаяся в поле на большом расстоянии от нас, может оказаться при рассмотрении ее в подзорную трубу не одной, а двумя рядом сидящими, скажем, птицами. Подзорная труба, увеличив точку, „разложила“ ее на два отдельных предмета.

Звезды в системах крепко связаны между собой узами тяготения и, конечно, как и все небесные тела, кружатся одни вокруг других. Иначе они упали бы друг на друга. Самая близкая к Солнцу (то есть к нам) система — тройная. Это — альфа Центавра. Она состоит из двух очень ярких звезд, обозначаемых буквами А и В, и одной очень слабой звезды — Проксимы Центавра.

Изучая движение звезд в системах, мы можем узнать массу звезд, так же как по движениям планет вокруг Солнца мы узнали массу и вес Солнца. И астрономы вычислили вес многих звезд.

Мы не сделаем большой ошибки, если скажем, что разница в весе звезд встречается, примерно, такая же, как у людей, то есть в пределах между весом ребенка и грузного

человека. Только у некоторых звезд, в виде редкого исключения, масса очень велика. Так, например, система из четырех звезд 27 Большого Пса весит, вероятно (точно это еще не известно), раз в тысячу больше Солнца. А двойная система звезды Пласкета — в сто сорок раз больше Солнца. Вообще же, звезды, масса которых даже всего в десять раз больше массы Солнца, встречаются редко. А звезд, масса которых равнялась бы одной десятой массы Солнца, совсем не обнаружено. Следовательно, наша „родная“ звезда, Солнце, по своему весу занимает в огромной толпе звезд, примерно, среднее место.

### Сила света звезд

Мы видим, что своими массами звезды не очень отличаются друг от друга. Правда, разница в сто раз, которую мы обнаружили, не так уж мала. Но все же мы считаем ее небольшой, так как по силе света различие между звездами гораздо больше. Сравнивая людей по весу и образованию, мы сказали бы, что разница в весе людей незначительна по сравнению с такой разницей в образовании, как, например, между неграмотным человеком и профессором.

Сириус, самая яркая на небе звезда, — двойная система. Вторая звезда этой системы в десять тысяч раз слабее первой. Слабая звезда теряется в ярких лучах Сириуса, и поэтому ее обнаружили только недавно — менее ста лет назад.

Вы знаете, что многие звезды кажутся слабее других потому, что они дальше от нас. Но товарищ Сириуса действительно в десять тысяч раз слабее самого Сириуса: так как обе звезды составляют одну систему, то, следовательно, они находятся от нас, примерно, на одном и том же расстоянии. Если же одна из двух равно удаленных от наблюдателя ламп кажется слабее другой, то это значит, что она и на самом деле слабее ее.

Нам известны случаи и большей разницы в силе звезд. Звезда Процион — тоже двойная система, в которой одна звезда в сто тысяч раз ярче другой. Как видите, по сравнению с такой разницей в силе света звезд различие между их массами кажется действительно небольшим.

Мы говорим о том, во сколько раз одна звезда ярче другой. Посмотрим теперь, какова же сила света звезд. Но для этого нужно знать расстояние звезд от нас, так как сила освещения, как и сила тяготения, „уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния“. Из звезд, расстояние которых от Земли нам известно, выберем сначала самую близкую — Солнце. Чему же равна сила излучаемого Солнцем света?

Измерим ее той же мерой, какой мерят силу света электрических лампочек, — свечами. Вы уже чувствуете, что сейчас появится колоссальное число. И вы не ошиблись. Солнце — это лампа в  $3 \cdot 10^{27}$  свечей. Переписав  $3 \cdot 10^{27}$  в виде  $3000 \cdot 10^{24}$  и заглянув в таблицу, читаем: три тысячи квадриллионов.

Это число устрашает нас своим названием и двадцатью семью нулями. Но оно немое: оно ничего не говорит нам. Мы не чувствуем его величины. Попробуем в таком случае представить себе эти три тысячи квадриллионов свечей. Чтобы изготовить их, пришлось бы затратить сто восемьдесят шаров воска величиною с Землю. Но допустим, что свечи есть. Зажжем их и выставим в ряд вплотную друг к другу. Длина такого ряда оказалась бы равной  $6 \cdot 10^{22}$  километров. Хотя в этом числе на пять нулей меньше, чем в предыдущем, но все же и оно еще не понятно. Выразим его тогда в световых годах: пробежать этот ряд свечей, проходя в каждую секунду по триста тысяч километров, луч света успел бы только в шесть тысяч триста миллионов лет.

Вот скольким свечам равна сила света Солнца. Да и то их не надолго хватило бы: они сгорели бы в один вечер, и пропало бы сто восемьдесят земных шаров воска. А ведь

Солнце „работает“ уже миллиарды лет, и миллиарды лет оно будет еще работать. Это показывает, какой огромный источник энергии наше Солнце, сколько энергии оно непрерывно тратит и какие неисчислимы запасы ее имеются в нем.

Перейдем к другой звезде. Но теперь мы уже будем измерять силу света звезд не свечами, а более крупной мерой — Солнцем.

Вы знаете, что расстояние между Солнцем и Сириусом более восьми световых лет. Это значит, что Сириус в пятьсот с лишним тысяч раз дальше от нас, чем Солнце. А раз нам известно расстояние до Сириуса, то мы можем вычислить и силу света этой двойной системы. Сам Сириус излучает свет и тепло приблизительно в двадцать шесть раз сильнее Солнца. Подумайте, каким бы это было для нас страшным бедствием, если бы на месте Солнца оказался вдруг Сириус: все реки, озера, моря и океаны и даже вечные снега и льды полярных областей Земли быстро выкипели бы; сгорела бы вся растительность, изжарились бы люди и животные. Зато световая и тепловая мощность слабого спутника Сириуса в четыреста раз меньше мощности Солнца. При замене Солнца этой слабой звездой мы попали бы в другую беду — в страшный холод. Мороз был бы так жесток, что не только вода, но и вся атмосфера земного шара замерзла бы и превратилась в жидкость.

Есть и еще более слабые звезды, чем спутник Сириуса. Например, Вольф 359, самая слабая из известных нам звезд, не менее чем в сто раз слабее спутника Сириуса. Зато звезда *S* Золотой Рыбы в десять тысяч с лишним раз ярче Сириуса и значит, примерно, в триста тысяч раз мощнее Солнца.

Эта звезда не „горит“ постоянно ровным светом, как Солнце: она то ослабевает, то вспыхивает ярче. Во время своей наибольшей яркости она светит и греет более чем в пятьсот тысяч раз сильнее Солнца, так что сила ее света доходит тогда до двух тысяч квинтиллионов свечей. Это число с тридцатью тремя нулями ( $2 \cdot 10^{33}$ ) так огромно, что

его невозможно представить себе. Если бы каждая свеча имела объем только одного кубического миллиметра, то есть была бы примерно с булавочную головку, то и тогда на изготовление  $2 \cdot 10^{33}$  свеч ушло бы две тысячи шаров воска величиною с Землю. При этом не забудьте, что в каждом кубическом метре умещается целый миллиард таких свечек. А каждый миллиард этих свечек, расположенных в ряд, занял бы тысячу километров.

Света с наибольшей силой,  $S$  Золотой Рыбы излучает столько энергии в минуту, сколько Солнце за год. Не трудно представить себе, что стало бы с нами и с Землей, если бы Солнце загорелось вдруг с такой силой: земной шар вместе со всем животным и растительным миром превратился бы в раскаленный пар.

Построим модель яркости трех звезд. Если изобразить Солнце свечкой, то  $S$  Золотой Рыбы пришлось бы представить в виде очень мощного прожектора, а для звезды Вольф 359 хватило бы и самого слабого червячка-светлячка.

## Об измерении звезд

Поверхность Солнца почти в двенадцать тысяч раз больше поверхности Земли. Нам было бы, конечно, интересно узнать величину поверхности и других звезд. А вместе с тем возникает такой вопрос: почему более сильная звезда, чем Солнце, например  $S$  Золотой Рыбы, излучает в пятьсот тысяч раз больше света, чем Солнце? Потому ли, что поверхность этой звезды в пятьсот тысяч раз больше солнечной поверхности, или же потому, что каждый квадратный метр  $S$  Золотой Рыбы светит в пятьсот тысяч раз ярче квадратного метра поверхности Солнца? А может быть, есть и еще какая-нибудь причина?

Решить эту задачу можно двумя способами: измерить поперечник звезды или же силу излучения с квадратного метра ее поверхности. Но оказывается, что измерить попе-

речник какой-нибудь звезды так, как измеряют поперечник, например, Луны, невозможно. Во всяком случае до сих пор не удалось это сделать, и вот почему.

Телескоп увеличивает поперечники планет. На то он и телескоп, и ничего удивительного в этом, конечно, нет. Но вот что может показаться странным: самые могущественные телескопы не в состоянии увеличить ни одну звезду. Планеты мы видим в телескопы в виде кружков, вроде Луны, хотя и меньших размеров; звезды же, к великому сожалению, остаются такими же точками, какими они представляются невооруженному глазу. Только яркость их увеличивается.

Это объясняется тем, что мы видим звезды под ничтожным „углом зрения“. Увеличенный в сотни раз, этот угол все же остается еще слишком малым для нашего зрения. Представьте себе, что вы смотрите на расстоянии километра на яркую точку величиной с булавочную головку. Увеличенная, скажем, до размера сливы, она все равно покажется вам на таком расстоянии только точкой. Значит, измерить поперечники звезд нельзя просто потому, что мы не видим их. Правда, есть некоторые „окольные“ способы, но ими можно воспользоваться только в очень небольшом числе случаев. Поэтому попробуем подойти к задаче с другого конца: попытаемся измерить силу излучения квадратного метра звездной поверхности. Для решения задачи этим способом у нас есть замечательный ключ.

### Цвет звезд

Этот ключ — цвет звезд. Но как он откроет нам тайну величины их поперечников? Сейчас увидим.

Сфотографируем футбольную команду в красных и голубых майках. Какими, вы думаете, выйдут цвета маек на снимке?

Голубой цвет получится почти белым, а красный — почти черным. Мы знаем, почему: длинные волны красного

света очень слабо действуют на фотографическую пластинку, короткие же волны голубых лучей — сильно. Оттого негативы и проявляют при красном фонаре.

Звезды имеют разный цвет: темнокрасный, красный, оранжевый, желтый, белый, голубой и фиолетовый с различными оттенками. Поэтому фотоснимок проделывает со звездами такие шутки: красные он показывает более слабыми, чем они есть на самом деле, а голубые — более яркими. Вообще, чем свет ближе к красному краю шкалы, тем темнее он получается. Например, альфа Ориона—Бетельгейзе—ярче трех звезд Пояса Ориона, но на фотоснимке она получается слабее их. Это оттого, что все три звезды Пояса испускают голубые лучи, свет же Бетельгейзе — красный. И по тому, какую звезда получилась на фотоснимке, мы можем довольно точно определить ее цвет.

Причина разного цвета звезд очень проста: разная температура. Ведь когда мы нагреваем кусок металла, он имеет в начале накала темновишневый цвет; затем он становится темнокрасным, оранжевым, желтым, светложелтым и, наконец, раскаляется добела. Мастера, работающие на заводах при печах, определяют по цвету накала температуру печи. Но есть приборы, показывающие температуру печей по цвету их накала. Такими приборами можно определить и температуру звезд.

Температура красных звезд равна, примерно, полутора тысячам градусов, желтых — вдвое выше. Звезды цвета Солнца показывают уже пять с половиной тысяч градусов, температура же поверхности самых горячих звезд — голубых и фиолетовых — доходит до сорока тысяч градусов.

Хотя таких температур на Земле не бывает даже при лабораторных опытах, мы все же можем вычислить силу излучения звезд при каждой из этих температур. Оказалось, что энергия излучения при сорока тысячах градусов приблизительно в триста тысяч раз больше, чем при полутора тысячах. И получаются удивительные вещи. Представьте себе величину площади, которую занимает стоящий на рель-

сах паровоз. Энергии, излучаемой такой площадью на поверхности звезды при температуре в сорок тысяч градусов, хватило бы для работы всех железных дорог на Земле. А мощности излучения всего шести квадратных сантиметров поверхности той же звезды достаточно для движения по океанам парохода весом в шестьдесят тысяч тонн. Но энергии тех же шести квадратных сантиметров поверхности самых „холодных“ звезд, температура которых равна всего полутора тысячам градусов, нехватило бы и для движения лодки.

## Размеры звезд

Теперь мы и подошли к решению задачи: зная цвет звезды и количество излучаемого ею света и тепла, можно вычислить ее объем.

Представим себе сначала две звезды одинакового цвета, например белого. И пусть обе звезды излучают в пространство равные количества энергии. Это мы измерили. А так как цвет звезд и, значит, их температуры одинаковы, то каждый квадратный сантиметр поверхности одной звезды излучает столько же тепла и света, сколько сантиметр другой. Следовательно, поверхности обеих звезд равны. Ведь если две печи одинаково раскалены и излучают равные количества тепла, то это значит, что поверхности печей равны.

Вообразим теперь две другие, тоже одинаково раскаленные печи. Но первая из них дает в сто раз больше тепла, чем вторая. В этом случае мы сразу скажем, что поверхность первой печи в сто раз больше поверхности второй. То же относится и к звездам: если из двух звезд одинакового цвета первая излучает в сто раз больше тепла и света, то это значит, что ее поверхность в сто раз больше.

Рассмотрим еще один случай. Пусть и на этот раз первая печь дает в сто раз больше тепла, чем вторая; накалена же она пусть будет в десять раз слабее второй. Во сколько

же раз ее поверхность должна быть больше поверхности второй печи? Ясно, что еще в десять раз: ведь если каждый сантиметр ее поверхности нагрет теперь в десять раз слабее, то для получения того же количества тепла, что и раньше, нужно увеличить в десять раз число этих сантиметров. И получается, что поверхность первой печи в  $100 \times 10 = 1000$  раз больше поверхности второй.

Следовательно, чем ближе цвет звезды к красному концу шкалы, тем больше должна быть поверхность звезды при излучении одного и того же количества тепла и света. Если же величина поверхности одной печи нам известна и мы знаем, во сколько раз поверхность другой печи больше или меньше ее, то нетрудно вычислить число квадратных сантиметров поверхности этой второй печи.

Из всех звезд лучше всего нам знакомо, конечно, Солнце. Мы хорошо изучили величину его поверхности, его цвет, температуру и мощность излучения с квадратного сантиметра. Сравнивая с этой хорошо известной нам звездой другие звезды, мы узнаём величину их поверхности. А когда это становится известным, геометрия сообщает нам, чему равны поперечники и объемы звезд.

Вы уже видели, что разница в величине излучения звезд бывает огромна. Встречаются красные звезды, дающие во много раз больше тепла и света, чем желтые, белые и голубые. Например, красная звезда Бетельгейзе излучает в шесть тысяч раз больше энергии, чем Солнце. Понятно, что такие красные звезды должны быть гигантами среди белых — карликов. Так это и есть на самом деле. И оказывается, что разница между размерами звезд бывает во много раз больше разницы в их весе, температуре и даже в силе света. Числа, показывающие величину этой разницы, удивительны. Сейчас мы познакомимся с ними.

Самая маленькая из всех открытых до сих пор звезд — звезда ван-Маанена. Она почти такой же величины, как Земля, то есть, примерно, в миллион раз меньше Солнца. Узнав это, мы можем вообразить, что наше Солнце — очень

большая звезда. Но пойдём дальше. Бетельгейзе в пятнадцать миллионов раз больше Солнца. Радиус этой звезды больше расстояния от Земли до Солнца: мы удалены от Солнца почти на  $150 \cdot 10^6$  километров, радиус же Бетельгейзе равен около  $175 \cdot 10^6$  километров. Если бы на место Солнца попала вдруг Бетельгейзе, Земля вместе со своей орбитой оказалась бы внутри нового Солнца. Попутно Бетельгейзе проглотила бы, как пилюлю, даже не заметив этого, одну мелочь: орбиту Луны, поперечник которой равен всего  $778 \cdot 10^3$  километров. Если начертить в одном масштабе Солнце, Землю и Луну с их орбитами, то Бетельгейзе будет столом, на котором этот чертеж лежит. Но это ещё не все.

Альфа созвездия Скорпиона — „сердце Скорпиона“ — яркочерная звезда. Её имя „Антарес“, что значит „против Марса“, так как Марс тоже красного цвета. Но Марс по сравнению с Антаресом не более блохи рядом со слоном. Антарес на месте Солнца не удовольствовался бы орбитой Земли — он поглотил бы и орбиту Марса: Марс удален от Солнца на  $228 \cdot 10^6$  километров, радиус же Антареса более  $310 \cdot 10^6$  километров. Антарес в девяносто миллионов раз больше Солнца, а так как звезда ван-Маанена в миллион раз меньше Солнца, то получается, что она в девяносто миллиардов раз меньше Антареса. Девяносто миллиардов — это число булавочных головок, которые могут заполнить куб высотой с тринадцатизэтажный дом.

Уменьшим масштаб Вселенной до таких размеров, чтобы Солнце превратилось в горошину. Звезда ван-Маанена будет в этой модели пылинкой, в восемьдесят раз меньше точки в книге, которую вы читаете, самая же большая звезда — шаром величиной с автомобиль.

Ещё недавно люди не знали всего этого. Глядя на вращающийся над их головами „колпак“, они по-детски называли огоньки, вроде Бетельгейзе и Антареса, „звездочками“. Мы же с вами видим себя среди бесконечно большого числа огромнейших светил бесконечно большого музея Вселенной. Мы оглядываемся вокруг и поражаемся его разнообразию.

Но человеку недостаточно удивляться: он хочет знать „почему“. Он задает природе вопросы, заставляя ее давать на них ответы.

Почему так мала разница в весе между звездами? Почему она огромна в их размерах? И еще мы хотим знать: как произошли звезды?

## РАЗНООБРАЗИЕ ЗВЕЗД

Мы познакомились с крайностями в звездном мире. Мы знаем теперь, как велика разница в весе звезд, их величине, температуре и яркости. Какое же место занимает среди этого разнообразия наше Солнце?

По весу, как нам уже известно, среднее. А по другим признакам? Оказывается, что по величине, температуре и яркости Солнце занимает то же место. Иначе говоря, оно ничем не выделяется среди других звезд.

Все это еще очень мало говорит нам о природе звезд. И действительно: много ли мы узнали бы о населении СССР, если бы нам сообщили крайности, встречающиеся в весе, росте и цвете волос жителей, и те же признаки „среднего“ человека? Нет, этого не достаточно: мы спросили бы и о многом другом. И о звездах мы хотим знать больше. Но чтобы заняться их изучением, надо прежде всего разбить звезды по группам — подобрать их по какой-то системе.

Представьте себе такой случай: собаки питомника вырвались из своих клеток и разбежались. Но вскоре собак пе-

реловили и поручили нам разделить их на группы. Во время побега все собаки, конечно, смешались: длинношерстные — с короткошерстными, большие с маленькими, белые — с рыжими и черными, а длинноухие — с короткоухими. Мы смотрим на эту неистово лающую свору и думаем, как поступить. В самом деле, как навести порядок? Что надо сделать?

Неопытный человек решил бы, вероятно, что разбивку собак на группы надо произвести несколько раз — по всем признакам: по величине, цвету, длине шерсти и так дальше. Специалист же разбил бы собак, в первую очередь, по породам. Порода — это главный признак. Правда, собаки каждой породы могут различаться и по другим признакам, но в пределах одной породы это различие уже гораздо меньше, чем в общей своре.

Поступим так же и со звездами.

### Три типа звезд

Звездный мир должен казаться вам очень сложным музеем. Но как только мы разобьем звезды по типам, дело сразу же упростится. При этом классифицировать звезды легче, чем собак: пород собак много, а главных типов звезд всего три. Какой же их признак?

Размер. Поступим со звездами так: разобьем их только на три группы — группу больших, средних и малых. И вы увидите, что для звезд такого деления вполне достаточно. Попутно посмотрим, как получились разные типы звезд. Для этого заглянем снова в атом.

Помните, как мы попали с вами на ракете в центр Солнца? Мы нашли там разбитые атомы. Мы видели, что многие атомы лишились всех своих электронов, и только ядра самых тяжелых атомов сумели сохранить около себя по два электрона. Эти два самых близких к ядру электрона так крепко держатся в атоме, что температура даже в сорок миллионов градусов не смогла оторвать их от ядра.

Температура центров более горячих звезд бывает в десять, двадцать и даже в пятьдесят раз выше температуры центра Солнца. А такого жара не в состоянии выдержать ни один атом, не лишившись всех своих электронов. Следовательно, в центрах самых горячих звезд все атомы совершенно разбиты. Что же представляет собою вещество, состоящее из этих рассыпавшихся атомов? Неорганизованную толпу бешено суесящихся и беспорядочно снующих во все стороны электронов и ядер. Их можно назвать материей в простейшем состоянии: ведь различные сочетания ядер и электронов дают разные виды материи — разные химические элементы, так же как разные сочетания десяти цифр дают разные числа.

## Атом и Вселенная

Мы говорили как-то, что строение атома похоже на строение солнечной системы: в обоих случаях вокруг одного центрального тела вращается несколько других тел.

У атома есть еще одно сходство с солнечной системой. Помните, как мы строили ее модель? Солнцем была у нас горошина, а планетами — зернышки, песчинки и пылинки. Для правильности масштаба нам пришлось поместить эту модель не в комнате на столе, а на большой городской площади. Вещества же в этой огромной модели оказалось ничтожно мало: все планеты вместе с Солнцем мог бы захватить в кулачке даже новорожденный ребенок. А летчик, пролетающий над площадью, сказал бы, что она вообще пуста.

Оказывается, что и в атоме вещество не гуще. Солнечную систему мы сжали до размеров большой городской площади, и планеты оказались маленькими зернышками. Атом же расширим до пределов той же площади, и получится, примерно, то же самое: несколько маленьких зернышек-электронов. Расположив их в ряд, можно было бы покрыть ими только одно слово в этой книге.

Пустые пространства — как во Вселенной, так и в атоме — поражают нас своими размерами. Когда мы рассматриваем мир изнутри нашей маленькой колонии, мы видим „густо покрытое звездами“ небо. Но это только кажется. Мы знаем, какие колоссальные пустоты окружают звезды: ведь расстояния между ними измеряются световыми годами. То же и в атоме: поперечник электрона в десять тысяч раз меньше радиуса его орбиты.

Мы видим в звездном мире много узора и формы и знаем, сколько в нем закономерности и плана. Но как тонка ткань бесконечно большой Вселенной и как мало вещества и в бесконечно малом мире — в атоме! В редкой сетке из тончайшей паутинки вещества в огромнейшее число раз больше, чем в ткани Вселенной и атома.

Мы встречаем в мировом пространстве гигантские, невообразимо большие скопления материи, но это только ничтожные пылинки, затерявшиеся среди бесконечности. Ведь даже в солнечной системе, которую можно считать на небе „густо населенной колонией“, и в атоме вещество занимает не более одной биллионной части свободного пространства.

## Белые карлики

Среди сгустков материи встречается в мировом пространстве и не менее удивительная плотность вещества: великая лаборатория Вселенной умеет не только невообразимо разрезать материю, но так же невообразимо и сгущать ее.

Мы считаем металлы очень плотными, но при этом не надо забывать, сколько свободного места в их атомах. Вот эти-то пустые пространства в атомах природа и использует. И сейчас вы увидите, как сильно она умеет спрессовывать за их счет самые твердые вещества, которые кажутся нам не поддающимися никакому сжатию.

Что происходит в центрах самых горячих звезд, мы уже знаем: страшный жар разбил там все атомы на ядра и

электроны. А если так, то бывшие в атомах свободные пространства между ядрами и электронами должны исчезнуть. Следовательно, вещество разбитых атомов может быть упаковано гораздо плотнее, чем сами атомы.

Атом можно сравнить с вазой: в ней тоже много пустого пространства, и поэтому она занимает много места. Допустим, что в каком-либо ящике умещается двадцать ваз, которые весят двадцать килограммов. Но если перед упаковкой разбивать вазы вдребезги, то пустые пространства в них почти исчезнут. И черепков от ваз войдет в ящик уже не на двадцать, а, скажем, на сто килограммов.

Наружные слои звезды с огромной силой давят своим весом на внутренние, так что вещество некоторых звезд сжимается в плотный комок. Состоящее из осколков атомов, оно спрессовано во много раз сильнее атомов самых плотных веществ не только Земли, но и Солнца. Из таких горячих и плотных „комков“ и состоит класс самых маленьких звезд. Их называют „белыми карликами“: белыми — потому что они раскалены добела, а карликами — за их размеры.

Более слабая звезда в двойной системе Сириуса — белый карлик. По объему он превосходит Землю всего раз в тридцать, но масса его в триста тысяч раз больше массы Земли. Следовательно, вещество маленького спутника Сириуса в десять тысяч раз плотнее вещества земли. Посмотрим, что это значит.

Вес куска железа размером с небольшую коробку от папирос равен одному килограмму. Но предмет такой же величины из материи спутника Сириуса весил бы на Земле десять тысяч килограммов, то есть десять тонн. Эту коробочку с трудом везли бы на крошечной детской тележке (если бы тележка смогла выдержать такую тяжесть) шестьдесят человек. Прохожие удивлялись бы, недоумевая, почему эти шестьдесят человек так напрягаются. Никому не могло бы прийти в голову, что папиросная коробка, наполненная даже самым тяжелым материалом, может столько весить. На-

учись мы так плотно спрессовывать вещества, мы смогли бы уместить в табачном кисете полсотни тонн табака и несколько тонн угля в кармане для часов. Но это еще не все.

Звезда ван-Маанена немного меньше Земли, масса же этой звезды в шестьдесят шесть тысяч раз больше массы Земли. Следовательно, вещество звезды ван-Маанена более чем в шесть с половиной раз плотнее и тяжелее вещества спутника Сириуса. Та же папиросная коробка, наполненная веществом звезды ван-Маанена, весила бы на Земле уже не десять, а шестьдесят шесть тонн; сорок самых сильных лошадей едва сдвинули бы ее с места; самые грузоподъемные товарные вагоны не в состоянии были бы выдержать такую нагрузку: своей тяжестью коробка проломила бы пол и провалилась бы.

Мощность солнечного излучения равна, как вы знаете, восьми лошадиным силам с квадратного сантиметра поверхности. А так как вещество белых карликов очень уплотнено, да и раскалены они добела, то мощность излучения с квадратного сантиметра их поверхности равна в среднем, примерно, сорока лошадиным силам.

## Основной ряд звезд

Так называется класс звезд, в который входит наше Солнце. Размер таких звезд, как нам уже известно, средний. К этому классу принадлежат восемьдесят процентов всех звезд, в то время как белые карлики — явление в звездном мире довольно редкое.

Так как температура центров звезд основного ряда, примерно, такая же, как в центре Солнца, то большинство атомов сохраняет там два ближайших к ядру электрона. Такие атомы похожи на солнечную систему, если бы она лишилась всех планет, кроме двух ближайших: Меркурия и Венеры.

Вещество в центрах звезд основного ряда хотя и плотнее материалов, состоящих из целых атомов, но далеко не так сильно спрессовано, как в белых карликах. Поэтому звезды основного ряда в огромное число раз больше белых карликов, но друг от друга они отличаются величиной далеко не так сильно. Зато они пестрят разнообразием всех цветов радуги, от яркофиолетового до темнокрасного. Замечено, что цвет звезд основного ряда тесно связан с их весом. Если расположить эти звезды в порядке веса в ряд, то окажется, что самые легкие из них — темнокрасного цвета, самые тяжелые — голубого и фиолетового, а звезды среднего веса — желтые.

## Красные и желтые гиганты

Вот мы дошли и до звезд третьего класса. Чем же они отличаются от звезд второго класса?

Как видно из названия — величиной. Помните, мы говорили об объемах Бетельгейзе и Антареса? Такой же „красный гигант“ и омикрон Кита: он в двадцать семь миллионов раз больше Солнца. Омикрон Кита — двойная система: гигант имеет маленького друга — белого карлика. Если бы звезды обладали чувством юмора, то эта плохо подобранная пара должна была бы вызвать у них шумное веселье своим нелепым несоответствием и дикой разницей в размерах. Это похоже на то, как если бы слон подружился с мухой.

Другие красные и желтые гиганты меньше тех, о которых мы только что говорили, но все же и они достаточно велики, чтобы поглотить миллион и больше звезд величиной с Солнце.

Огромная поверхность гигантов шлет в пространство колоссальнейшие количества света, но, как вы уже знаете, излучение энергии с квадратного сантиметра поверхности красного гиганта очень невелико: оно равно подчас всего

одной десятой лошадиной силы. Мощность же излучения с квадратного сантиметра поверхности наиболее раскаленных звезд основного ряда — голубых и фиолетовых — может и в тысячу раз превосходить мощность излучения квадратного сантиметра Солнца. Получается величина в восемь тысяч лошадиных сил. Неудивительно после этого, что энергией, излучаемой с шести квадратных сантиметров поверхности красного гиганта, можно двигать только лодку, а энергией с такой же поверхности голубой звезды основного ряда — большой океанский пароход.

Гиганты бывают большей частью красного цвета, реже — желтого. Мы знаем, что эти цвета объясняются слабым накалом, низкой температурой поверхности. Следовательно, и центр гигантов должен быть не так горяч, как солнечный. Так это и есть: вычисления показывают, что температура центров гигантов равна „всею“ одному-двум миллионам градусов. После сорока миллионов градусов эта низкая температура может показаться даже морозом. Понятно, что при таком „морозе“ ядра атомов сумели удержать не только два самых близких к себе электрона, но и некоторые другие — более далекие. А раз так, то размер атома должен быть больше. Раньше мы оставили Солнцу только Меркурия и Венеру, если же мы вернем ему теперь остальные планеты, то размер солнечной системы снова увеличится. Так же растет с увеличением числа электронов и размер атома. А за счет чего? Только ли за счет дополнительных электронов?

Нет. Он вырастет за счет новых пустых пространств между электронами и ядрами. Поэтому состоящая из таких атомов материя менее плотна, чем вещество в центрах звезд основного ряда. А менее плотное вещество занимает больше места. Короче говоря, величина звезд связана с величиной атомов, из которых звезды состоят.

Вот чем объясняются гигантские размеры звезд этого класса.

## Силовая станция нашей колонии

Так мы назвали однажды Солнце. Посмотрим теперь, каким топливом эта станция пользуется и сколько она его тратит.

Солнце — это шар. А шар можно разрезать на множество одинаковых пирамид. Верхушка пирамиды называется вершиной, нижняя плоскость — основанием, а расстояние между вершиной и основанием — высотой пирамиды. Как же шар сложен из пирамид? А вот как: все вершины пирамид сходятся в центре шара, и тогда из оснований пирамид (они должны быть немного выпуклы) получается поверхность шара. А радиус шара — это высота пирамиды.

Радиус Солнца равен почти семистам тысячам километров. Во всей этой огромной толще солнечного шара — от поверхности до центра — вырабатывается энергия. Разобьем мысленно солнечный шар на пирамиды. Пусть основанием каждой пирамиды будет один квадратный сантиметр. Хотя такое основание и очень мало, но зато высота пирамиды равна семистам тысячам километров. И на всем этом протяжении вырабатывается много энергии. Какой же у нее есть выход в пространство?

Ее единственная дверь — поверхность Солнца. Значит, энергия каждой пирамиды может выйти наружу только через маленькое основание пирамиды — один квадратный сантиметр. Не удивительно поэтому, что мощность излучения с каждого квадратного сантиметра солнечной поверхности равна восьми лошадиным силам. Когда вы в первый раз услышали об этом числе, оно показалось вам колоссальным. Теперь же, зная температуру Солнца и высоту пирамиды, мы должны удивляться скорее тому, что оно так мало.

Каким же топливом пользуется Солнце и сколько оно его тратит? Чтобы узнать это, подсчитаем вес солнечного излучения.

## Вес солнечного излучения

Но разве излучение может иметь вес? Ведь излучается какая-то энергия, например тепло, свет. А разве тепло или свет весят? Оказывается, весят: энергия, как всякая материя, подчиняется законам тяготения. Скажем это языком механики: излучение обладает массой.

Излучение тепла и света можно сравнить с вытеканием воды из источника. Но вода весит. Почему же истечение тепла и света не могло бы весить? Это звучит, правда, непривычно, но ничего невероятного тут нет. К тому же это доказано. И не только доказано: свет и тепло взвешены, то есть их вес точно измерен. Понимать это надо буквально: мы можем так же сказать „килограмм тепла или света“, как говорим: „килограмм воды“. Следовательно, источник, излучающий свет, тепло или какую-нибудь другую энергию, должен терять в весе (если, конечно, у него нет притока массы или энергии извне). На какую же величину он должен становиться легче?

Ясно — на величину той массы, которую он тратит на излучение. Для волоска электрической лампочки и даже для одного квадратного сантиметра солнечной поверхности эта величина ничтожна, но ведь сантиметров-то таких на поверхности Солнца много. И если умножить ничтожную величину излучения на огромное число этих сантиметров, то получится четыре миллиона тонн: столько вещества теряет Солнце в секунду. В то время как вы читаете эти строки, оно становится все легче и легче, и притом — после каждого прочитанного вами слова — на миллион тонн; а если вы читаете медленно, то и на целых два миллиона.

Масса в четыре миллиона тонн — в десять тысяч раз превосходит вес воды, протекающей каждую секунду по руслу большой реки, например Дона. Вообразите себе на Солнце десять тысяч скважин; из каждой скважины вырывается река Дон, вещество которой безвозвратно уносится в меж-

звездное пространство. Завтра в это время Солнце будет на триста пятьдесят миллиардов тонн легче.

Тонна — это вес кубического метра воды. Выставим триста пятьдесят миллиардов таких кубиков в ряд. Сколько же места они займут? Почти в два с половиной раза больше расстояния от Земли до Солнца. Вообразим, что вся солнечная энергия истекает в виде одного водного потока сечением в квадратный метр. Тогда каждые десять часов на Солнце вырастала бы новая струя, достигающая Земли.

В год Солнце теряет на излучение около ста двадцати пяти миллиардов тонн. Поэтому всякий семидесятишестилетний старик может сказать: „За время моей жизни Солнце стало легче на девять с половиной тысяч миллиардов тонн“. Если поставить рядом столько кубических метров воды, получится линия, длина которой равна световому году.

Это неприятно. Это даже страшно: ведь вся жизнь на Земле зависит от Солнца, а с каждым годом, месяцем и даже днем оно светит и греет все слабее... Утечка солнечной массы чудовищно велика. Хочется закупорить на теле Солнца все скважины (кроме одной — направленной к Земле), так непроизводительно расточающие энергию; хочется закрыть их, как зажимают рану, из которой брызжет драгоценная кровь.

Но спросим стариков: заметили они, что Солнце стало меньше, холоднее или темнее? И всякий старик ответит „Нет, не заметил; я и сейчас так же хорошо греюсь „на солнышке“, как в детские годы“. А помните, как мы с вами умчались в ракете на три миллиарда лет назад? Разве мы нашли Солнце сильно изменившимся? Нет. Даже тогда оно было почти таким же, как сейчас. Только — „чуть больше, чуть горячее“. А ведь с тех пор оно непрерывно расточает по двенадцати с половиной тысяч миллиардов (и более) тонн вещества в каждое столетие. Да еще какая-то звезда вырвала из Солнца „клочок“ материи, из которого образовались все планеты, да среди них такие гиганты, как Юпитер и Сатурн. В чем же дело?

В том, что масса Солнца равна  $2 \cdot 10^{27}$  тонн. Это скромное число „27“ обеспечивает наше безбедное существование на вполне достаточный срок. Если Солнце и впредь будет излучать массу с той же скоростью, как теперь, то один процент своего веса оно потеряет только через сто пятьдесят миллиардов лет. Вот как велика масса Солнца и как велико число  $2 \cdot 10^{27}$ . Не удивительно поэтому, что за „какие-то“ три миллиарда лет Солнце почти что не изменилось. И уж, конечно, никаких изменений не мог бы заметить не только семидесятишестилетний старик, но даже наши обезьяноподобные предки, если бы они жили до сих пор.

А теперь мы подошли к вопросу: как и почему Солнце тратит на излучение массу?

### **Звезды, разрушающие свое вещество**

Многие электростанции работают на топливе: это значит, что электрическая энергия получается из энергии горения. Но как вырабатывают энергию Солнце и другие звезды, мы точно еще не знаем. Одно только ясно: горение не может быть источником звездной энергии. Если бы Солнце состояло целиком из каменного угля, оно сравнительно быстро сгорело бы. А ведь Солнце старше Земли, Земля же существует около двух миллиардов лет.

В комнате горит стеариновая свеча. Прошел час, и свеча сгорела, исчезла. Что произошло?

Произошла только перегруппировка атомов: атомы веществ стеарина соединились с атомами кислорода комнатного воздуха. Получились невидимые водяные пары и углекислый газ, которые рассеялись в пространстве. Но ни один атом материала свечи не исчез из природы.

Во время быстрого соединения веществ с кислородом часто выделяется много тепла с пламенем. Такое „окисление“ веществ мы называем „горением“. Но то, что проис-

ходит в звезде, — не горение: в ней совершается не перегруппировка, а, как мы думаем, разрушение атомов. Атомы не исчезают: они превращаются в энергию излучения, масса которой в точности равна массе исчезнувших атомов. Если это так, то на Солнце ежесекундно разрушается и уносится в пространство в виде излучения количество атомов весом в четыре миллиона тонн.

Ясно, что на разных звездах эти количества различны. О том, на какой звезде их разрушается больше и на какой меньше, мы можем судить по силе света звезды: ведь чем больше звезда излучает света, тем больше массы она должна тратить. Поэтому, как и Солнце, звезды становятся с течением времени все легче. Значит, самые легкие звезды должны быть, как правило, и самыми старыми.

С уменьшением массы, то есть с уменьшением количества вещества звезды, ослабевает и ее свет. Но сила света падает быстрее веса, и получается, что старая звезда светит слабее не только из-за ее малой массы, а и потому, что излучение с каждой тонны ее вещества меньше. Чем же это объясняется? Вероятно, тем, что не все вещества, из которых состоит звезда, с одинаковой скоростью превращаются в энергию.

Быстрее всего сгорает в печи солома, затем — щепки, а после них — дрова. Вначале, когда эти три вида топлива горят одновременно, пламя бывает наибольшим. С этим можно сравнить то, что происходит в звезде. Некоторые вещества звезды превращаются в энергию очень быстро. В этот период она посылает в пространство огромные количества тепла и света. Затем, лишившись части своей материи, звезда становится как бы бережливее. А к старости она расходует свои запасы уже совсем скупно.

Такое объяснение причин слабого излучения старых звезд еще не окончательное. Можно только сказать, что до сих пор наблюдения подтверждали его правильность.

## Ближайшие звезды

Познакомимся теперь с некоторыми соседями Солнца: по ним мы сможем судить о звездном населении неба.

На стр. 113 изображены, примерно, в правильном масштабе двадцать шесть ближайших к нам звезд. Указаны их имена, их расстояния от нас в световых годах, цвет и сила света, которую будем измерять яркостью Солнца. Так, например, если при альфе Центавра указано „ $1\frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{2}$ “, то это значит, что первая звезда в системе в полтора раза ярче Солнца, а вторая вдвое слабее его. Вы видите, что большинство звезд на таблице меньше Солнца, краснее его и слабее. Только четыре звезды больше Солнца, и всего три из них ярче его. Но почему на таблице не показаны красные и желтые гиганты?

Во-первых, потому что их нет среди соседей Солнца: гиганты — явление редкое в звездном мире. Но если бы они и оказались недалеко от нас, то мы по другой причине не нарисовали бы их на таблице: диаметр гиганта средней величины был бы равен в масштабе таблицы трем с половиной метрам. Пришлось бы сделать таблицу величиной с комнату, площадь которой двенадцать квадратных метров.

Двадцать три звезды таблицы — звезды основного ряда. Маленький спутник Сириуса и звезда ван-Маанена, как мы знаем, белые карлики; тип второй звезды системы Проциона точно еще не определен. Таблица подтверждает то, о чем мы уже говорили: большая часть звезд относится к основному ряду.

С какой же скоростью растрачивают соседи Солнца свою массу? Большинство — медленнее, чем Солнце, и только три — быстрее его. Это — те самые три звезды, яркость которых превосходит яркость Солнца: большие звезды в системах альфы Центавра, Сириуса и Проциона. Но если они и излучают в пространство энергию щедрее Солнца, то зато они и богаче его.

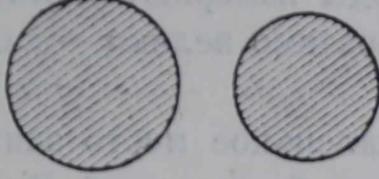
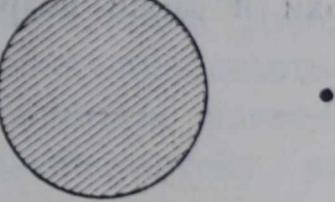


*XIV. Звездное скопление в Геркулесе (см. стр. 118).*



XV. Участок Млечного пути (см. стр. 122).

Сравнение звезд по величине, цвету и расстоянию от Земли

ЗВЕЗДЫ	РАССТОЯНИЕ В СВЕТОВЫХ ГОДАХ	РАЗМЕР	ЦВЕТ	СИЛА СВЕТА (в едини- цах Соли- ца)
Солнце	—		Желтый	1
Проксима Центавра	4,27		Красный	$\frac{1}{20000}$
Альфа Центавра	4,31		Желтый	$1\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{2}$
Мюнхен 15040	6,06		Красный	$\frac{1}{2500}$
Вольф 359	8,07		Красный	$\frac{1}{50000}$
Далаид 21185	8,33		Красный	$\frac{1}{200}$
Сириус и его спутник	8,65		Белый	26 и $\frac{1}{400}$
3 очень сла- бые звезды	9—10		Красный	В средн. $\frac{1}{900}$
Омикрон Кита	10,3		Краснова- то-желтый	$\frac{1}{3}$
Прокцион и его спутник	13,4		Белый	$5\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{20000}$
8 слабых звезд	10,5— 11,5		Красный	В средн. $\frac{1}{16}$
Брюгер 60	12,7		Красный	$\frac{1}{400}$ и $\frac{1}{1400}$
Звезда зая-Маанена	12,8		Белый	$\frac{1}{6000}$

Мы вычислили с вами, что Солнце потеряет один процент своей массы через сто пятьдесят миллиардов лет. Это значит, что при нынешнем расходе массы Солнца хватило бы на пятнадцать миллиардов лет. Но ведь задолго до конца этого срока Солнце станет слабой звездой, и тогда излучение его будет намного слабее. Поэтому Солнце и подобные ему звезды проживут, вероятно, еще не пятнадцать, а сотни миллиардов лет.

Говорить о точности таких расчетов, конечно, нельзя. Но одно ясно: продолжительность жизни звезд и вообще астрономические периоды измеряются многими миллиардами лет. Эти сроки невообразимо велики — для нас они равносильны вечности.

Мы знаем, какое маленькое место занимает наша Земля среди гигантских светил бесконечной Вселенной. А теперь мы видим, что, по сравнению с длительностью жизни населения Вселенной, так же ничтожно малы и наши величайшие земные меры времени: период существования человечества, геологические эпохи и даже возраст самой Земли.

## МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ

Только недавно астрономы открыли, как велико разнообразие силы света звезд. Долгое время предполагали, что все звезды имеют приблизительно одинаковую яркость, подобно ряду уличных фонарей. Кажутся же одни звезды ярче других только потому, что они ближе. Теперь же, познакомившись в звездном мире с такими крайностями, как мощный прожектор и светлячок, мы видим, насколько ошибочно было это предположение.

### О плане Вселенной

Если бы все звезды светили с одинаковой силой, многие вопросы в астрономии сразу упростились бы. Мы могли бы тогда легко узнавать, на каком расстоянии от нас находится любая звезда, так как сила освещения уменьшается „обратно пропорционально квадрату расстояния“ между источником света и освещенным телом. Кажущаяся яркость звезд говорила бы о том, как далеки они от Земли, и мы

смогли бы тогда составить план Вселенной и построить ее модель.

К сожалению, это не так просто: каждая слабая звезда может быть и близким светлячком, и далеким прожектором. Следовательно, по силе света мы не можем судить о расстояниях. Остается только измерять их. Но это, как вы знаете из главки „Расстояние до звезд“, в большинстве случаев невозможно. Как же быть? На наше счастье в музее Вселенной нашлись звезды, которые могут служить мерными линейками для мировых пространств.

Представьте себе большой город. Его улицы освещаются различными приборами разной силы: вольтовыми дугами, электрическими и керосиновыми лампами и газовыми фонарями. Мы смотрим на город с вышки, видим все огоньки сразу и хотим знать, как далеки они от нас. Но измерять расстояния можно только, допустим, до самых близких из них. А до остальных?

О том, как далеки от нас остальные огоньки, мы смогли бы судить по их кажущейся яркости, если бы знали их действительную силу света, которая — в том-то и беда — неизвестна. Но нам известна сила света свечи. Вообразим, что среди огней города есть свечи, и посмотрим, как они помогут нам решить задачу.

Наметим в каком-нибудь отдаленном переулке группу огней. Отыщем в ней свечу и измерим, во сколько раз она светит слабее какой-нибудь другой свечи, находящейся недалеко от нас. Узнав это, вычислим, во сколько раз первая свеча дальше от нас, чем вторая. А зная это, мы сможем найти расстояние, отделяющее нас от первой свечи и, значит, от всей группы огней в переулке.

Со звездами дело обстоит, конечно, сложнее. Говоря о свечах, мы предположили, что сила их света одинакова. Яркость же звезд, которые помогут нам измерять расстояния во Вселенной, не одинакова. Но она подчиняется каким-то законам. Если эти законы известны нам, мы всегда сможем определить силу света нужной звезды, как бы далека она

ни была от нас. И еще одно замечание: среди многих огоньков надо суметь узнать свечу. Но у звезд-„свечей“ есть замечательное свойство, по которому их можно безошибочно узнавать.

Что же это за звезды и какое у них свойство? Это —

## Переменные звезды

Почему переменные?

Потому что их яркость все время колеблется от сильной до слабой, точно кто-то играет винтом керосиновой лампы, двигая фитиль то вверх, то вниз. Свет лампы должен был бы в этом случае попеременно ярко вспыхивать и меркнуть. Так именно ведут себя некоторые звезды, за что их и назвали „переменными“.

Есть несколько классов переменных звезд. Самый интересный из них — это класс Цефеид. Астрономы давно заметили, что сила света звезды дельты Цефея странно колеблется, как будто фитиль закручивают сначала медленно вниз, а затем стремительно поворачивают вверх. Замечательно то, что эти колебания света повторяются через равные промежутки времени — настолько точно, что по ним можно было бы даже проверять часы. Период, то есть длительность, одного полного колебания света дельты Цефея равен ста тридцати часам.

Звезды, подобные дельте Цефея, составляют класс „Цефеид“. У разных Цефеид периоды колебания различны, и, что еще замечательнее, длительность этих периодов связана с яркостью: чем ярче Цефеида, тем длительнее период ее колебания. Так, например, Цефеиды с периодом колебания в сорок часов, примерно, в двести пятьдесят раз ярче Солнца; с периодом в десять дней — в тысячу шестьсот раз, и так далее. Следовательно, Цефеиды могут быть во Вселенной теми свечами, которые показывают, на каком расстоянии от Земли находятся группы небесных огней.

Некоторые из этих групп состоят из очень большого числа огней, что делает их похожими на облака. Поэтому они и называются „звездными облаками“, так же как большие количества пылинок в пространстве — облаками пыли. Звездные облака так далеки от нас, что измерять расстояния между ними и Землей невозможно. Но среди их звезд есть Цефеиды, которые помогают нам решить эту задачу. Цефеиды рассказывают о том, как далеки от Земли звездные облака, — так же как близкие и далекие свечи рассказали о расстоянии между нами и группой огней в переулке.

### Шаровые скопления звезд

Почему они так названы?

Это объясняет фото XIV. Вы видите на нем скопление звезд, расположенных именно в виде шара. Оно похоже на рой кружащихся в пространстве пчел. Самая густая часть роя — середина: там пчел больше всего. А по мере удаления от середины пчелы редуют. То же мы видим и в шаровом скоплении звезд.

До сих пор открыто около ста таких скоплений. Астрономы думают, что больше их и нет, так как за последние сто лет новых шаровых скоплений не обнаружено. В каждом таком скоплении насчитывают сотни тысяч звезд, но свет их так слаб, что невооруженному глазу едва доступны только пять-шесть таких звездных роев. Как далеки они от нас

Когда мы смотрим на них даже с противоположных точек нашего пути вокруг Солнца, мы видим их всегда в одних и тех же направлениях: их не изменяет почти трехсотмиллионная длина поперечника земной орбиты. Но во всех шаровых скоплениях есть много Цефеид, которые помогают нам измерять величайшие глубины Вселенной. И задача решается. Ответ поражает нас: ближайшие шаро-

вые скопления находятся на расстоянии около двадцати тысяч световых лет от солнечной системы.

Если вы сфотографировались пять лет назад, то фото показывает вас таким, каким вы были пять лет назад. Это само собой понятно, и, казалось бы, даже излишне говорить о таких простых и бесспорных вещах. Но взгляните еще раз на фото XIV. Хотя оно и сделано тоже всего несколько лет назад, видите же вы на нем шаровое скопление таким, каким оно было десятки тысяч лет назад: столько времени прошло с тех пор, как луч, запечатлевший на светочувствительной пластинке рой светил в Геркулесе, покинул свою родину. Пока он путешествовал к нам от далеких звезд, история человечества успела начаться, развиться и дойти до своего современного состояния.

Когда луч отправился в путь, поверхность нашей планеты покрывали еще не тронутые рукой человека леса. Они кишели дикими зверями. Люди жили тогда в пещерах. А луч света стремительно несся в это время к фотопластинке, которая должна была появиться только через много веков.

Вооруженные палицами и камнями, первобытные люди рыскали, подобно диким зверям, в поисках добычи по густым лесным зарослям, где каждый неосторожный шаг грозил охотнику гибелью.

Свет продолжал пересекать пространство с быстротой трехсот тысяч километров в секунду.

Появились первобытные общины — зародыши будущих цивилизаций. Проходили века и тысячелетия. Возникали государства. Росли и разрушались великие империи. Расцветали и гибли культуры.

Пролетая восемнадцать миллионов километров в минуту, луч света неуклонно стремился к далекой Земле.

Рождались и умирали миллионы людей. Появлялись и отходили в вечность сотни поколений. Человек угнетал человека. Угнетенные восставали против угнетателей, и тогда разгорались пожары революций. Сильные делили между собой поверхность планеты. В этой извечной кровавой борьбе

они, совершенствуя способы кровопролития и уничтожения, заставляли угнетенных истреблять себе подобных.

Равнодушно двигаясь с неизменной скоростью в миллиард с лишним километров в час, луч света приближался к нам из бездны Вселенной.

Временно затухая, все бóльшим пламенем вспыхивали огни ожесточенных войн. Все выше поднималось величественное здание науки, все глубже проникал человеческий гений в тайны природы и мироздания. Росла и развивалась изумительная техника, давно перекрывшая чудеса древних легенд.

Неустанно рассекая тьму с невообразимой скоростью в двадцать шесть миллиардов километров в сутки, луч света продолжал упорно стремиться сквозь стужу межзвездных пустот к далекой Земле. Он успел достичь ее только спустя десятки тысяч лет.

Закончив свое путешествие сквозь бездны Вселенной, луч света мгновенно пролетел трубу телескопа. Упав на светочувствительную пластинку, он запечатлел на ней изображение своей родины, которую вы видите на фото XIV.

Она состоит, как мы уже говорили, из сотен тысяч звезд. И хотя большинство их гораздо ярче Солнца, но нужно обладать очень хорошим зрением, чтобы увидеть на небе слабенькое пятнышко шарового скопления. Быть может, на нем тоже есть где-нибудь астрономы, которые смотрят сейчас в нашу сторону. Быть может, они тоже видят слабо светящееся пятнышко из звезд, одна из которых — наше Солнце. Могут ли эти астрономы заметить Землю?

Если бы Земля разрослась вдруг до размеров своей орбиты, поглотив Луну, Меркурий, Венеру и Солнце, ее объем увеличился бы в тринадцать миллиардов раз. Но даже такое огромное тело показалось бы астрономам ближайшего шарового скопления величиной с булавочную головку, находящуюся на расстоянии шестисот пятидесяти километров от глаза. Ясно, что маленькую Землю астрономы даже ближайшего шарового скопления заметить никак не могут.

До сих пор мы говорили о самых близких к нам шаровых скоплениях. На каком же расстоянии от солнечной системы находятся самые далекие?

Оказывается, раз в десять дальше ближайших. Следовательно, лучи света, в которых мы можем увидеть сегодня ночью эти отдаленнейшие шаровые скопления, отправились в путь двести тысяч лет назад. За этот срок человек-полуобезьяна, издававший животные звуки, развился до состояния, в котором он может прочесть и понять эту книгу.

Быть может, в отдаленнейших шаровых скоплениях есть солнца, окруженные планетами. Быть может, на этих планетах обитают разумные существа. Но вряд ли человек сможет когда-либо увидеть планету величиной с Землю, удаленную от него на двести тысяч световых лет. Это значило бы заметить булавоочную головку, находящуюся на расстоянии ста пятидесяти миллионов километров от наблюдателя. Вообразите, что Солнце сжалось бы вдруг до размеров булавоочной головки. Разве могли бы мы тогда увидеть его? Для этого нужен был бы телескоп, увеличивающий предметы по меньшей мере в сорок миллиардов раз. А телескоп подобной мощности даже представить себе невозможно.

Шаровые скопления разбросаны во Вселенной, грубо говоря, равномерно — примерно так, как изюмины в круглом пироге. Но толщина пирога меньше его диаметра. Это значит, что шаровое скопление распространяется в двух направлениях пространства — скажем условно „в длину“ и „в ширину“ — дальше, чем в третьем — „в толщину“.

## Млечный путь

В ясную темную ночь мы замечаем, что небо пересекается, от горизонта до горизонта, слабо светящейся серебристой полосой.

Эта полоса похожа на дорогу, белый цвет которой наводил наших предков на мысль о молоке. Поэтому боль-

шинство народов назвало эту полосу „Млечным путем“. Подобно гигантскому обручу, он охватывает весь звездный мир. Из чего же Млечный путь состоит?

Его природа еще в древности интересовала человека, но много веков она была для него тайной. Только в 1610 году, когда Галилей направил на Млечный путь первый телескоп, завеса, скрывавшая тайну Млечного пути, была сразу же сорвана.

Глядя с горы на извивающуюся желтеющую дорогу, вы не видите, чем она покрыта. Но, взглянув на нее в сильную подзорную трубу, вы обнаружите, что она усеяна песчинками. Оказалось, что и Млечный путь состоит из песчинок, но песчинок мировых — звезд.

Звезды Млечного пути так далеки от нас и кажутся настолько слабыми и мелкими, что их невозможно различить невооруженным глазом. Они похожи на рассеянную на бархатно-черном небе серебристую пыль. Участок Млечного пути показан на фото XV.

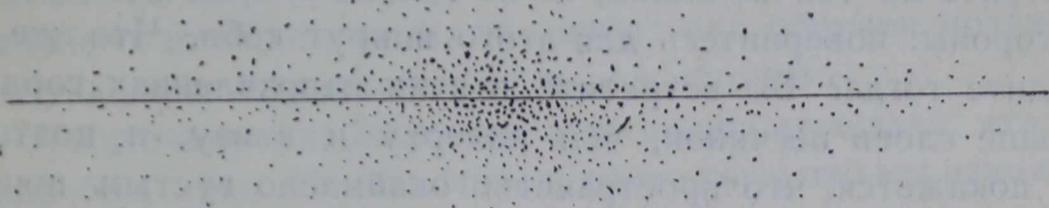
Мы знаем, как редко усеяно мировое пространство звездами. Млечный же путь, казалось бы, должен быть сплошным облаком из звезд. Но это не так: даже своим слабым телескопом Галилей обнаружил, что и в Млечном пути свободного места во много раз больше, чем занятого звездами.

Это доказывает, что число звезд в Млечном пути не бесконечно: где-то они кончаются, за какими-то пределами их больше нет. Иначе, в какую точку неба мы ни посмотрели бы, мы в любом направлении — на большем или меньшем расстоянии от Земли — должны были бы обязательно встретить звезду. И все небо казалось бы сплошь покрытым ровной пеленой, сияющей серебристым светом.

## Каково строение Млечного пути?

Такой вопрос поставил около ста двадцати лет назад Вильям Гершель. Посмотрим, как Гершель подошел к этому вопросу — разрешил его.

Гершель нашел, что число звезд в поле зрения его телескопа на разных участках неба разное. Больше всего их



*Строение Млечного пути, по Гершелю.*

оказалось, конечно, в Млечном пути, а чем дальше от него, тем меньше их становилось. И замечательно — в разных участках неба, одинаково удаленных от Млечного пути, в телескоп попадало приблизительно одинаковое число звезд.

И вот что еще заметил Гершель: число самых ярких звезд было на всех участках неба примерно одно и то же, при приближении же телескопа к Млечному пути становилось больше только слабых звезд. А число самых слабых росло при этом с особенно большой быстротой.

О чем же это говорит?

Вильям Гершель правильно решил, что звезды рассыпаны не одинаково густо по всему пространству: чем дальше от нас, тем реже они становятся. Но одинаково ли быстро они редуют во всех направлениях? Ясно, что нет: ведь при приближении телескопа к Млечному пути они становятся все гуще и гуще. И, значит, чем дальше от Млечного пути, тем быстрее они начинают редеть. Поэтому Гершель представил себе звездную систему сплюснутой, вроде колеса или карманных часов.

Взгляните на рисунок. Вы видите, что система имеет

сплюснутый вид, и чем дальше к ее краям, тем реже становятся звезды. И наоборот: чем ближе к середине, тем больше они густеют. Если вы будете смотреть из середины вверх и вниз, вы увидите мало звезд. Но, взглянув по линии в обе стороны, вы встретите их значительно больше. В этих направлениях они будут, значит, гораздо гуще.

Вообразите себя в середине огромного облака в форме лепешки из разбросанных, как звезды, светящихся песчинок. Смотрите по той же линии, но не только вперед и назад, а и в стороны: повернитесь для этого вокруг себя. Что же вы увидите тогда? Вы встретите в этих направлениях гораздо больше слоев песчинок, чем наверху и внизу, и поэтому вам покажется, что пространство окаймлено густым поясом мелких песчинок. Такой пояс из звезд на небе и есть Млечный путь.

Пусть толщина нашей песчаной лепешки равна четырем метрам, а поперечник — двадцати. Следовательно, вверх и вниз песок будет простираться из середины лепешки только на два метра, к сторонам — к песочному поясу — до десяти метров. Но чем дальше предмет, тем меньше он нам кажется. Значит, самые мелкие песчинки вы увидите в направлениях больших расстояний — десятиметровых, — то есть в „млечном пути“ нашей лепешки.

А на расстояниях в два метра и меньших?

Там песчинки покажутся уже большими, и чем ближе они к вам, тем крупнее они будут казаться. А где вы увидите эти крупные песчинки? Только ли по сторонам? Нет, ведь на расстоянии до двух метров песок есть во всех направлениях. Значит, крупных песчинок вы увидите примерно равные количества всюду: и по сторонам, и наверху, и внизу, а не только в направлении „млечного пути“, как мелкие песчинки.

Вот почему Гершель видел в разных полях приблизительно одинаковое число крупных звезд и представлял себе так, как рассказано, форму звездной системы.

Но он пошел еще дальше. Он правильно решил, что

мы — Солнце с планетами — находимся почти на плоскости Млечного пути. Что же это за плоскость? Вам сразу это станет ясно, если вы представите себе Млечный путь в виде огромного обруча, затянутого полотном. Но почему Гершель решил, что мы находимся недалеко от этой плоскости? А потому, что она — и тем самым Млечный путь — делит небо на две приблизительно равные части.

Вернемся на минуту к нашей песчаной лепешке. Так как вы находитесь в середине ее и, значит, на плоскости песчаного млечного пути, то „небо“ над обручем покажется вам такой же величины, как и под обручем.

Тщательные наблюдения астрономов показали, что Гершель был прав. Но он считал, кроме того, что мы находимся не только возле плоскости Млечного пути, а и около ее середины. Исследования же последнего времени говорят о том, что в этом отношении Гершель ошибался: Солнце не расположено ни во „втулке“ звездного колеса Гершеля, ни даже поблизости от нее. Оно находится на „спице“ колеса на расстоянии двух третей пути от втулки до обода. Длина этих двух третей равна, примерно, тридцати трем тысячам световых лет.

Мы знаем теперь, что колесо звезд вращается в пространстве и, конечно, вокруг втулки. Втулка же лежит почти точно в том же направлении, что и центр пирога с изюминами — шаровыми скоплениями. Плоскость звездного колеса точно совпадает с центральной плоскостью пирога: половина шаровых скоплений лежит по одну сторону Млечного пути и половина — по другую. Что же это показывает?

Это показывает, что звезды находятся в той же области пространства, что и шаровые скопления: отдельные звезды кончаются на плоскости Млечного пути приблизительно там же, где и шаровые скопления. Но колесо звезд не такое толстое, как пирог шаровых скоплений. Представим себе это так. Разрежем пирог на две части: верхнюю и нижнюю. Намажем внутреннюю плоскость одной из половинок пирога

толстым слоем масла и сложим обе половинки. Изюмины в пироге будут, как и прежде, шаровыми скоплениями, а масло — слоем звезд. Солнце находится не около середины пирога, как думал Гершель. Правда, над Солнцем столько же пирога, сколько и под Солнцем; поэтому оно попадает в середину слоя масла, но расположено оно на трети пути от края пирога до центра.

Это — самый простой пример, какой я мог придумать для наглядного изображения звездного неба. А чтобы перейти от примера к природе, мы должны увеличивать наш пирог до тех пор, пока каждая мельчайшая точка его не увеличится до миллиона километров. Каждую изюминку мы должны заменить скоплением в сотни тысяч звезд, а слой масла — облаком во много миллионов звезд. Все это громадное скопление космических тел мы должны рассеять в бездонном пространстве нашей Вселенной среди редко разбросанных атомов, атомных обломков и облаков пыли. И тогда перед нашим воображением развернется та грандиозная и удивительная панорама неба, которую мы наблюдаем по ночам и строение которой нам стало сейчас понятно.

## Ночное небо

Но было бы ошибкой думать, что при взгляде на ясное ночное небо мы увидим всю панораму развернутой перед нашими глазами: невооруженный глаз воспринимает только очень небольшую часть звездной Вселенной. И даже самую яркую звезду мы не сможем увидеть, если расстояние между нами и ею больше трех тысяч световых лет. Правда, ближайшее шаровое скопление, которое мы видим невооруженным глазом, удалено от Земли на двадцать тысяч световых лет, но ведь мы не различаем в нем отдельных звезд: мы видим его только как очень слабое туманное пятнышко.

Все звезды, которые мы можем увидеть в отдельности, лежат в пределах сравнительно очень маленького участка пространства вокруг Солнца. Этот участок соответствует маленькому кусочку нашего пирога с изюмом; по своему размеру этот кусочек очень немного превосходит большую изюминку. Если бы все звезды вне этого крошечного участка пространства внезапно исчезли и от всего пирога осталась только одна изюминка, мы невооруженным глазом никогда не обнаружили бы отсутствия звезд. Незаметно для нашего глаза мог бы постепенно исчезнуть весь Млечный путь, сияющий общим светом огромного числа звезд, слишком далеких от нас, чтобы мы могли разглядеть каждую из них в отдельности. Только небо стало бы чуть темнее, потому что даже очень далекие звезды, которых мы и не различаем, распространяют по небу слабый световой туман. Других перемен наши глаза не заметили бы. А все звезды, которые мы различаем, остались бы на своих местах: ведь все они находятся в том маленьком кусочке пирога, который, по нашему предположению, не должен был исчезнуть.

Следовательно, видимое невооруженным глазом ночное небо можно разбить на две части. Первая часть — созвездия; это — самые близкие к нам звезды, находящиеся на переднем плане окружающего нас звездного мира. Вторая часть — задний план звезд — Млечный путь. Его звезды так далеки от нас, что отдельно мы их не различаем.

Созвездия и Млечный путь — это все, что мы видим в небе. Но пространство между Млечным путем и созвездиями не пусто: оно усеяно миллионами звезд. Невооруженным глазом мы не видим их вовсе: они слишком далеки от нас, чтобы мы могли различить каждую из них отдельно, и их слишком мало на каждом участке, чтобы они могли казаться нам световой дымкой, звездным облаком.

Эта система в виде колеса, опоясанная Млечным путем, как ободом, называется „Галактической системой“, или „Галактикой“ („гала“ — по-гречески молоко).

## Количество звезд

Сколько же звезд в Галактической системе?

Этот вопрос может показаться на первый взгляд самым простым из всех вопросов, на которые астроном должен ответить. Кто, как не он, спросите вы, может сосчитать число звезд на небе? Но, к сожалению, это далеко не просто. Ведь чем больше телескоп, тем больше звезд мы видим в него. Самый большой телескоп на земном шаре показывает около полутора миллиарда звезд, так что на каждого жителя Земли старше пяти лет приходится по звезде.

Теперь строится еще больший телескоп, который даст возможность увидеть еще больше звезд. Но, конечно, и в него мы не увидим всех звезд. Поэтому бесполезно стараться сосчитать все звезды. Есть только один способ установить их примерное число: взвесить все звезды вместе.

Взвешивание звезд, которых мы не в состоянии даже сосчитать, может показаться вам невероятным. Но это именно то, что астрономы проделывают с недавних пор. Посмотрим, как им удалось бросить всю Галактику на чашу весов.

Долгое время было непонятно, каким образом система звезд в состоянии сохранить свою форму диска или колеса: ведь все звезды притягиваются друг к другу, и поэтому они должны были бы собраться в центре колеса в кучу. Почему же этого не происходит?

Оказывается, колесо звезд сохраняет свою форму потому, что оно вращается. В этом отношении оно похоже на нашу солнечную систему в очень большом масштабе. Эта система тоже имеет форму диска или колеса, которая сохраняется оттого, что планеты вращаются вокруг Солнца. Если бы они перестали вращаться, они упали бы на Солнце, только обращение вокруг него спасает их от этого. Чем планета ближе к Солнцу, тем быстрее она должна вращаться: ей приходится бороться с большей силой солнечного притяжения, чем планетам, находящимся дальше от Солнца.

То же самое происходит и в гораздо большей системе —



XVI. Млечный путь в Стрельце (с.м. стр. 129).



XVII. Большая туманность в Орионе (см. стр. 134).



XVIII. Туманность в Лебеде (см. стр. 134).



*XIX. Большая туманность в Андромеде (см. стр. 134).*

системе звезд: звезды движутся, и поэтому они и не собираются в центре системы — в том месте, где мы вообразили в звездном колесе втулку. С приближением к центру системы сила притяжения возрастает. Следовательно, чем ближе звезды расположены к центру, тем быстрее они должны вращаться.

Солнце, находящееся на некотором расстоянии от центра, проходит в секунду около трехсот километров; это значит, что оно движется в десять тысяч раз быстрее курьерского поезда. Но втулка так далека от Солнца, что даже при скорости в триста километров в секунду Солнце успевает один раз обернуться вокруг нее, вероятно, только в двести — двести пятьдесят миллионов лет.

Эти числа очень приблизительны: до сих пор мы не знаем достаточно точно, как далеки мы от центра, вокруг которого вращаемся. Гораздо лучше нам известно направление, в котором он расположен. Он должен казаться нам находящимся в Млечном пути; несомненно, он лежит на участке, показанном на фото XV, — вероятно, где-нибудь около его середины.

Самая густая область Млечного пути, где должна быть „втулка“, это — большое звездное облако в созвездии Стрельца. Оно находится примерно в середине фото XV. А на фото XVI вы видите его отдельно в увеличенном масштабе. Многочисленные разнообразные исследования говорят о том, что втулка звездного колеса — центр Галактической системы — лежит именно в районе, показанном на этом фото.

В центре Галактики, на месте втулки мирового колеса, должно находиться главное солнце Вселенной. Но мы не видим его: его закрывает от нас громадное пятно темного непрозрачного вещества. И по этой причине центральное солнце Вселенной никогда, вероятно, не откроется глазам человеческого рода.

Силой своего притяжения центральное солнце непрерывно искривляет пути всех звезд, заставляя звезды двигаться вокруг себя. Его размеры должны быть совершенно исклю-

чительны даже в астрономическом масштабе. Но возможно, что центрального солнца в действительности вовсе и не существует; может быть, место за черной непрозрачной завесой занято огромной, очень плотной кучей обыкновенных звезд. Если это так, то звездные кучи не управляются одной большой центральной массой, а держатся вместе, по всей вероятности, силой собственного притяжения, вроде звезд двойных систем. Но все это гадательно: ведь мы не знаем, чем заполнено пространство за черной завесой, но мы можем быть уверены, что оно занято колоссальным количеством материи.

Зная, как планеты обращаются вокруг Солнца, мы смогли взвесить Солнце. Точно так же, если нам станет известна скорость, с которой звезды движутся вокруг центра Галактики, мы сможем взвесить и Галактическую систему звезд. А так как на каждую звезду действует притяжение не только центрального солнца, но и всей системы звезд, то мы можем найти вес не только „втулки“, но и всего колеса. Зная же, что масса звезды равна в среднем массе Солнца (или же, возможно, она немного меньше массы Солнца), мы можем вычислить, из скольких звезд состоит колесо.

Ясно, что определить их число с большой точностью нельзя, но можно с уверенностью сказать, что оно превосходит сто миллиардов. Это значит, что на каждого живущего на Земле человека приходится более шестидесяти звезд. Возможно, что на самом деле число звезд Галактической системы в два раза больше ста миллиардов.

Нелегко представить себе это число. Знаете ли вы, сколько звезд можно видеть в очень ясную ночь невооруженным глазом? Вы думаете, вероятно, — неисчислимое количество? Большинство людей, если их попросят ответить, хотя бы наугад, сколько звезд они видят на небе, скажут: сотни тысяч, или миллион, или несколько миллионов. В действительности же человек, обладающий самым лучшим зрением, может увидеть невооруженным глазом только около трех тысяч звезд, то есть меньше числа печатных букв на двух страницах этой книги.

Представьте себе теперь на месте каждой звезды столько звезд, сколько мы видим невооруженным глазом на всем небе. Но этот фокус воображения покажет только ничтожную долю общего числа звезд на небе — всего десять миллионов. Столько букв, примерно, в тридцати книгах, как эта. Следовательно, чтобы представить буквами сто миллиардов звезд, нужна библиотека, состоящая из полумиллиона таких книг.

Наша Земля — маленький придаток Солнца, одной из многих рядовых звезд. Ее можно сравнить с микроскопической пылинкой, затерявшейся между двумя страницами. С чем же можно сравнить нас, обитателей этой пылинки?

Как ребячески простодушны были люди еще около трехсот лет назад, считая центром мироздания пылинку, на которой они живут; они воображали, что все звезды вращаются вокруг их пылинки, созданные только для того, чтобы проливать на Землю немного света в отсутствие Солнца и Луны.

Теперь мы начинаем, наконец, понимать, каким незначительным является наш дом в мировом пространстве. Но мы не закончили исследования пространства; мы должны еще во многом разобраться, чтобы понять Вселенную и происходящие в ее великой лаборатории явления.

Отправимся для этого в экскурсию за пределы Галактической системы звезд.

## ГЛУБИНЫ ПРОСТРАНСТВА

Человек, когда его познания в астрономии были еще незначительными, думал, что звезды простираются до бесконечности. В таком случае, чем дальше мы проникали бы в пространство, с тем большим числом звезд мы должны были бы познакомиться. Люди рассуждали, подобно ребенку, вышедшему ночью на улицу и вообразившему, что ряд уличных фонарей тянется без конца.

Теперь мы знаем другое: отправившись далеко в пространство, мы доходим сначала до таких областей, где звезды редуют, а затем совершенно исчезают. Эти области находятся в глубинах пространства за Млечным путем.

### Звездные города

Звезды похожи на огни большого города. И подобно всякому городу, даже очень большому, наша звездная система не простирается без конца. Пройдя достаточно далеко

э миновав ее окраины, мы выйдем за пределы нашего города — в темную, пустынную, глухую местность.

Но нашим звездным городом весь мир еще не кончается. Наша непостижимо громадная система звезд, опоясанная Млечным путем, — не единственная в пространстве. Далеко-далеко за Млечным путем находятся другие города — другие системы огней. И темная открытая местность, окружающая наш город, — не конец света: пропутешествовав достаточно долго, мы придем со временем к другому городу. Этот другой город состоит тоже из звезд, вроде тех, что окружают нашу солнечную систему.

Когда вы плаваете далеко в море, вы не видите отдельных огней прибрежного города: вдали точки света сливаются и образуют расплывчатое светлое облако. Но по мере того как пароход подвозит вас к берегу, вы начинаете различать отдельные огни: сначала самые яркие, а затем и более слабые.

То же происходит и при путешествии в мировом пространстве на нашем звездном корабле. Правда, сами мы не приближаемся к другим звездным городам, но все увеличивающаяся сила телескопов приближает, можно сказать, эти города к нам. А в последние годы она так возросла, что мы уже начали распознавать другие огромные города звезд, подобные нашему, и различать в них отдельные огни.

Существование таких звездных городов предполагалось уже давно. О них говорил, например, еще в середине XVIII века философ Кант. Эти звездные системы, по предположению Канта, должны быть так далеки от нас, что все звезды кажутся слившимися, и видим мы только общий свет системы в виде ровного бледного сияния.

## Типы туманностей

Эти отдаленные звездные города выглядят тускло светящимися облаками. Поэтому их называли „туманностями“. Но не все туманности, как мы сейчас увидим, звездные города.

Туманности можно разбить на два типа. Их легко отличить друг от друга.

Туманности первого типа неправильны по форме: они напоминают своим видом клубы дыма горящего здания или стога сена. Да и на самом деле они, можно сказать, „дым“ нашего звездного города, освещенный его огнями. Состоят эти туманности из полос и облаков пыли и газа. Образуя светлые и темные пятна, они простираются от звезды к звезде в пределах Млечного пути. Два снимка таких туманностей показаны на фото XVII и XVIII.

Туманности второго типа имеют правильную (или очень близкую к правильной) форму. Они похожи на пружину, свернутую спиралью, и называются поэтому „спиральными туманностями“ или сокращенно — „спиралями“. Вы видите их на фотографиях XIX, XX и XXI. Особенно ясно выделяется спиральная форма туманности на XXI фото.

Спирали — это уже не „дым“ нашего города: это сами звездные города, подобные нашему. По сравнению с ними туманности первого типа кажутся, при наблюдении тех и других в телескоп, бóльшими по размерам. И понятно, почему: ведь туманности первого типа находятся в нашем городе, и, значит, они ближе к нам, чем другие звездные города. По такой же причине Луна, например, кажется нам бóльшей, чем звезда Бетельгейзе.

Спирали настолько далеки от нас, что плохо видны даже в очень сильные телескопы. Самую яркую из них — бóльшую туманность в Андромеде — астроном Марий лет триста назад сравнил с пламенем свечи, каким оно выглядит через роговую пластинку.

Фотографировать эти тусклые туманности приходится при очень длительной выдержке: в несколько часов, а нередко — и ночей. Только при такой выдержке начинают выделяться из общего света спирали видные на фото XIX отдельные огни. Они оказываются звездами. Об этом говорят находящиеся среди них Цефеиды, у которых мы замечаем точно такое же колебание света, как у Цефеид

нашего города. Все они выглядят в туманности Андромеды очень слабыми звездочками, а так как на самом деле яркость Цефеид огромна, то, следовательно, „небесные спирали“ очень далеки от нас.

## Ближайшие звездные города

Самое близкое шаровое скопление находится от нас на расстоянии около двадцати тысяч световых лет, что равно, примерно,  $190 \cdot 10^{15}$ , то есть ста девяноста тысячам миллиардов километров; ближайшая же туманность — *М 33* в созвездии Треугольника (фото XX) — на расстоянии семисот семидесяти тысяч световых лет. Значит, спираль *М 33* почти в сорок раз дальше ближайшего шарового скопления звезд.

Это шаровое скопление мы видим сейчас в лучах света, отправившихся в путешествие до появления на Земле цивилизации. Свет же даже от ближайшей туманности начал свой дальний путь до появления на Земле человека.

В самом начале этой книги мы говорили о скорости распространения волн радио, света и звука. Нетрудно вычислить, что радиоловитель, сидящий у репродуктора во Владивостоке, услышит голос певца из театра в Ленинграде одновременно с посетителями первых рядов этого театра. Но уха владивостокского радиослушателя голос достигнет, как это ни странно, в четыре раза быстрее, чем посетителя, сидящего в последних рядах театра. Происходит это потому, что радиоволны, распространяющиеся со скоростью трехсот тысяч километров в секунду, проходят расстояние между Ленинградом и Владивостоком примерно в одну сороковую долю секунды, а звуковые волны — длину зрительного зала театра в одну десятую часть секунды.

Радиолуч, как и луч света, мог бы в течение одной секунды семь с половиною раз оббежать земной шар по экватору. Но если бы первые люди на Земле — наши обезьяноподобные предки — построили радиостанцию и запросили

все станции мира, есть ли еще где-либо во Вселенной разумные существа, их запрос еще до сих пор не достиг бы ближайшей из спиральных туманностей.

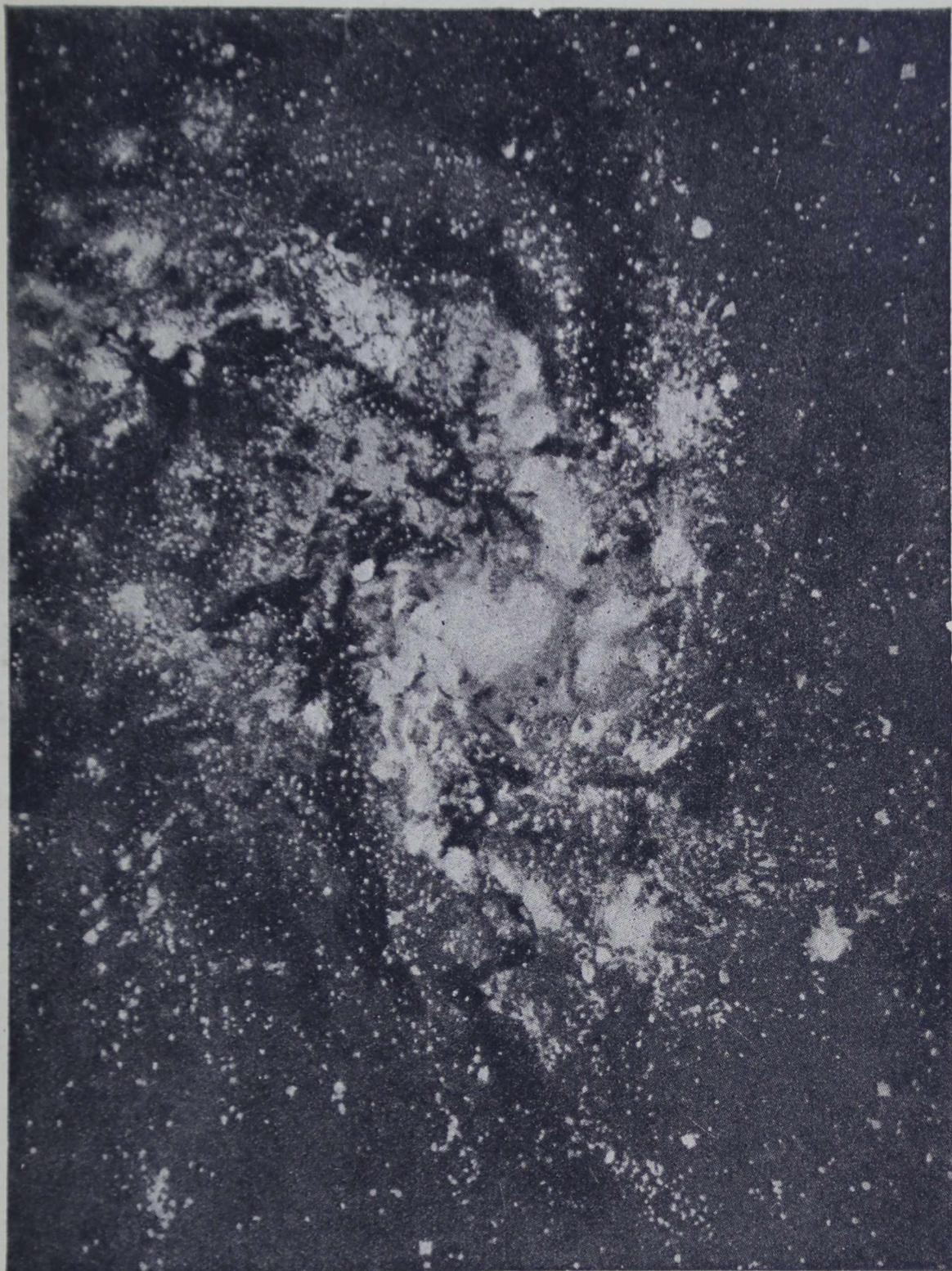
Самое далекое шаровое скопление в четыре раза ближе к нам, чем ближайший звездный город. А так как шаровые скопления находятся на границах Млечного пути, то, следовательно, спирали расположены очень далеко за пределами Галактики. Они отделены от нее огромнейшими пустотами протяженностью в сотни тысяч световых лет.

Второй ближайший звездный город „всего“ на тридцать пять тысяч световых лет дальше от нас, чем первый. Тридцать пять тысяч световых лет — величина невообразимая, и все же мы имеем право сказать „всего“: разница между числами  $770 \cdot 10^3$  и  $805 \cdot 10^3$  — не так уж велика. Вскоре вы узнаете, на каких колоссальных расстояниях от солнечной системы находятся отдаленнейшие звездные города.

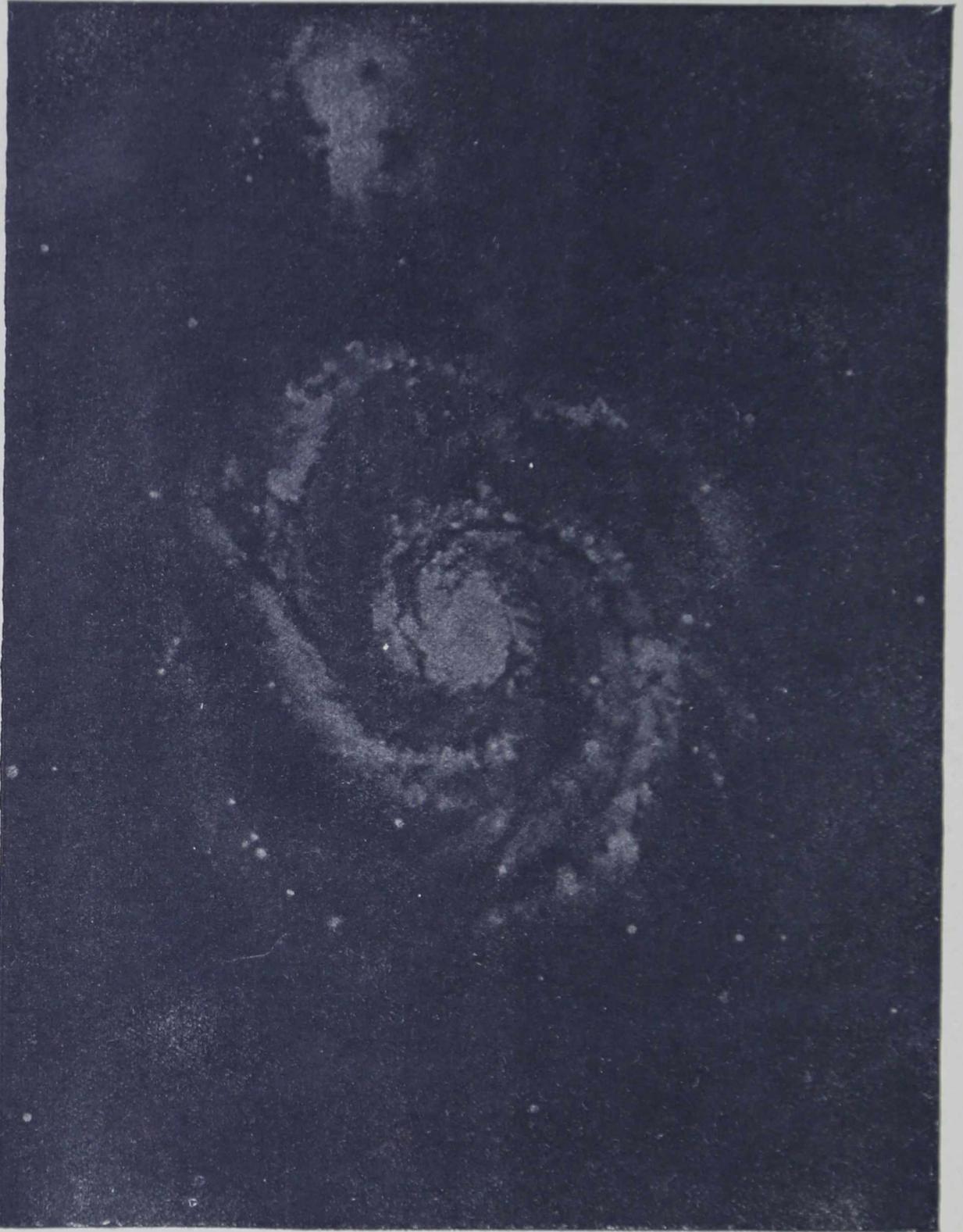
Восемьсот пять тысяч световых лет отделяют от нас большую туманность в созвездии Андромеды. Эта спираль известна нам лучше других городов звезд: она — единственная из всех, вполне отчетливо видимая невооруженным глазом (фото XIX). Лежит она, примерно, к северу от бэты Андромеды.

Эта туманность имеет довольно невзрачный вид, но каждому жителю Земли стоит посмотреть на нее хотя бы только один раз в жизни. Глядя на нее, не мешает подумать, что глаз подвергается действию света, который шел непрерывно более восьмисот тысяч лет. Волны света, вызванные скачками электронов в отдаленной туманности восемьсот пять тысяч лет назад, беспрепятственно путешествовали с тех пор в пространстве; и только теперь, попав в ваш глаз, они впервые за этот долгий срок натолкнулись на преграду.

Луч света — это непрерывный ряд световых волн. Их возникает в каждую секунду, круглым счетом, пятьсот миллиардов. Следовательно, луч, соединяющий ваш глаз с туманностью в Андромеде, состоит из стольких волн, сколько в восьмистах пяти тысячах лет секунд, умноженных на



*XX. Туманность М 33 в Треугольнике (с.м. стр. 134).*



*XXI. Туманность М 51 в Гончих Собаках (см. стр. 134).*

пятьсот миллиардов. Кто любит арифметику, может подсчитать их число.

Только в немногих спиральных — ближайших — мы можем обнаружить Цефеиды. В таких случаях сразу же определяются и размеры туманностей, и их расстояние от нас. Но в большинстве случаев, — когда мы не различаем в туманностях Цефеид, — приходится применять для этого другие способы. Так, Хэббл, на обсерватории Маунт-Вилсон, нашел, что действительная яркость поверхности одной и той же величины у всех спиралей одинакова. Отличаются же они друг от друга только кажущимися размерами. Это заставляет предполагать, что строение их одинаково, различны же только расстояния, на которых они находятся от нас. Следовательно, по кажущимся размерам спиралей и по количеству света, которое мы получаем от них, можно определять расстояния до них. Короче говоря, чем меньше и слабее кажется спираль, тем дальше она от нас.

На фото XIII вы видите скопление спиральных туманностей в „Волосах Вереники“. Оно находится от нас на расстоянии, вероятно, в пятьдесят миллионов световых лет. Туманности в этой части неба так густы, что на фотографии больше туманностей, чем звезд. А в созвездии Пегаса находится другое подобное скопление, еще более удаленное от нас; в нем насчитывают сто шестьдесят две спирали. Многие из них, если бы мы могли видеть их с достаточно близкого расстояния, показались бы нам огромными системами сложного строения, подобно туманностям, показанным на фото XIX, XX и XXI.

Наиболее далекие из всех открытых до сих пор спиралей удалены от нас на сто сорок миллионов световых лет. Равное круглым счетом  $1,41 \cdot 10^{21}$  — тысяче четыремстам триллионам километров, это расстояние совершенно невообразимо. Если бы каждый километр сжался до толщины волоса, то получилась бы волосяная дорожка в четырнадцать световых лет. Длина этой дорожки была бы почти в миллион раз больше расстояния между Землей и Солнцем.

## Взвешивание звездных городов

Самые большие телескопы обнаруживают в настоящее время около двух миллионов спиральных туманностей, причем в каждой из них миллиарды звезд. Может показаться удивительным, что мы говорим о числе звезд в спиралах. Ведь даже ближайшие туманности так далеки от нас, что мы не можем не только сосчитать, но даже увидеть в них звезды, кроме немногих — самых ярких. Посмотрим, что дает нам право говорить так.

Мы видели, что Галактика такая же плоская, как солнечная система. И, подобно солнечной системе, она сохраняет свою плоскую форму потому, что находится в состоянии вращения. Многие из туманностей тоже имеют плоскую форму. Поэтому мы в праве предположить, что и они сохраняют ее по той же причине.

Наблюдения подтверждают это: установлено, что они вращаются. И можно почти с уверенностью сказать, что именно вращение и предохраняет расположенные по краям спиралей звезды от падения их к центрам своих систем. Узнав же скорость вращения спиралей, мы можем вычислить силу притяжения их центров и так же взвесить их, как мы взвесили Солнце, Юпитер и всю Галактику. Найдено, что в среднем масса туманности в два-три миллиарда раз больше массы Солнца.

Это не значит, конечно, что в каждой спирали два-три миллиарда звезд, потому что, как вы видите на фотографиях, спирали состоят не только из звезд, но и из газа. Облако же газа притягивает с такой же силой, как равное ему по весу облако звезд. Поэтому вес газа входит в вес туманности. И если каждая спираль весит в среднем приблизительно в два миллиарда раз больше Солнца, то количество вещества во всех туманностях в пределах досягаемости наших современных телескопов должно быть равно примерно четырем тысячам биллионов масс Солнца.

Наблюдения показывают, что большая часть вещества

открытых туманностей уплотнилась в звезды. Но несомненно, что мы проникли до сих пор только в незначительную часть Вселенной. Нам известно пока всего два миллиона звездных городов, на самом же деле их безусловно миллиарды. Сколько же в них звезд?

Бесполезны попытки представить себе их число. Его можно сравнить с числом песчинок на всех морских берегах или с числом выпавших в Москве дождевых капель в очень дождливый день. При этом не мешает подумать, что средняя звезда приблизительно в миллион раз больше Земли. И все же мировое пространство, хотя оно и содержит в себе так много колоссальных звезд, пустынее всего, что в состоянии представить себе обитатели Земли. Оставьте живыми всего трех пчел во всей Европе, и воздух Европы будет гуще наполнен пчелами, чем мировое пространство звездами.

## История звездных городов

На фото XXII показаны разные типы туманностей в поперечном разрезе, а на фото XXIII они изображены в плане. Нетрудно заметить, что они расположены последовательно в порядке формы. Первые из них круглы, как мячи, затем они все более сплющиваются, а последняя туманность уже совсем плоская. Вы видите, что, с увеличением сплюснутости, туманности становятся все больше — растут их поперечники. Так, сдавленный комочек теста, становясь тоньше, раздается вширь. Следовательно, туманности, подобранные в порядке сплюснутости, оказались закономерно расположенными в ряд и по другому признаку — по величине.

Вспомним случай, происшедший в собачьем питомнике. Если бы, разбив собак по росту, мы заметили, что они распределены тем самым и по другим признакам, то это значило бы, что все собаки — одной породы. И в таком случае оказалось бы, что собаки расположены закономерно в ряд приблизительно и по возрасту.

Можно сказать, что большинство туманностей — одной породы. И тогда последовательность, в которой мы подобрали их на фотографиях, соответствует их возрасту, то есть степени их развития.

Как же туманности произошли?

Предположим, что все мировое пространство было заполнено когда-то газом, как какой-нибудь огромный зал наполнен воздухом. Механика показывает, что этот мировой газ не оставался бы равномерно распределенным в пространстве, а стал бы немедленно собираться в шары. Можно даже вычислить, какова должна быть масса шара, то есть сколько газа должно уйти на него. Оказывается, столько (приблизительно), сколько в действительности весит каждая туманность. Если это предположение правильно, то можно представить себе историю туманностей.

Все атомы, из которых состоят Солнце и звезды, планеты и Земля, ее атмосфера, моря и реки, растения, звери и мы сами, а также вся энергия, излучаемая издревле Солнцем, звездами и туманностями, находились в бесформенном состоянии газа, заполнявшего мировое пространство.

Приглашаю вас, читатель, снова усестыся в ракету, в которой мы путешествовали когда-то в пространстве и времени. Но на этот раз мы отправимся в более далекое прошлое — к временам образования туманностей. Будем следить из окон ракеты за поведением колоссальной массы газообразного вещества.

Вот мы замечаем, что в мировой материи возникают кое-где течения. В тех местах, где эти течения образуют небольшие скопления — уплотнения газа, сила притяжения становится большей: ведь с увеличением количества вещества она должна возрастать. И мы видим, как небольшие скопления более плотного газа, обладающие увеличенной силой тяготения, притягивают к себе из окружающего пространства все больше и больше газа.

„Удачливые“ скопления вырастают в большие сгущения. Они продолжают все увеличиваться — за счет „не-

удачников“, которые с течением времени окончательно поглощаются большими сгущениями. И подобно тому как Земля, Солнце и планеты приняли под действием тяготения шарообразную форму, так и эти сгущения начинают принимать шарообразный вид.

Течения газа, положившие начало их образованию, заставляют их и вращаться. А поскольку они вращаются, форма их не может оставаться шарообразной: они принимают сначала несколько сплюснутый вид, а затем становятся все более плоскими. Так возникли спиральные туманности.

Но спирали не только вращаются: спектроскоп говорит нам, что они и передвигаются в пространстве. И замечательно то, что все они движутся в направлении от нас.

Представьте себе рой пчел. Пусть он изображает собой спиральные туманности, среди которых находится и наша Галактика. Пчелы разлетаются во все стороны, и объем роя становится все больше. В этом случае пчеле-Галактике должно казаться, что остальные пчелы улетают от нее. И действительно: мы замечаем, что все звездные города непрерывно удаляются от нашего города.

Измерения показывают, что спирали уносятся от Галактики с чудовищной быстротой — в тысячи километров в секунду. Одна из туманностей, скорость которой была недавно измерена на обсерватории Маунт-Вилсон, удаляется от нас примерно на одиннадцать с половиной тысяч километров в каждую секунду. Даже самый быстрый самолет движется в сто тысяч раз медленнее этой туманности.

Во время нашего первого путешествия мы отправились в ракете на три миллиарда лет назад. В какие же времена улетела она в этот раз, или, иначе говоря, каков возраст спиральных туманностей?

Наблюдения и вычисления, по которым можно было бы судить о нем, пока еще ничего определенного не говорят и даже противоречат друг другу. Во всяком случае звездные города, а вместе с ними и наша Галактика, неве-

роятно стары. Не только жизнь людей и народов, но даже вся история человечества — только ничтожное, микроскопически малое мгновение по сравнению со временем, прожитым туманностями: оно измеряется, вероятно, миллионами миллионов лет, в которых наши земные масштабы времени совершенно теряются. Прежде чем человек появился на Земле, звезды были такими же, каковы они теперь, и вся жизнь человеческого рода — миг в жизни звезд.

Каждый из нас видит Вселенную только так, как путник — местность, освещенную вспышкой молнии. Местность существовала до того, как молния показала ее ему, и будет существовать, когда темнота снова окутает ее. Вспышка молнии так коротка, что в продолжение ее местность кажется путнику неизменяющейся, а все находящееся на ней — как бы застывшим. При более же длительном освещении можно было бы заметить, как все в природе движется, меняет свои формы, возникает, исчезает и вновь нарождается.

Так же и нам в течение нашей жизни и даже всего известного периода жизни народов, как во время краткой вспышки молнии, кажется, что миры звезд и туманностей не движутся и не меняются.

## Рождение звезд

Первые туманности на фото XXII и XXIII похожи на пушистые облака пыли. Звезд в этих шарах сплошного газа обнаружить нельзя. Мы начинаем замечать звезды только в последних, уже очень сильно сплюснутых туманностях.

Сначала звезды появляются на внешних краях; затем, по мере того как спирали становятся все более плоскими, звезды охватывают в них все большие области, пока, наконец, даже центры спиралей не начинают распадаться на звезды.

Хэббл показал, что ряд туманностей, изображенный на фотографиях, можно продолжить. Для этого надо присоеди-

нить к нему ближайшую соседку нашего звездного города — М 33 (фото ХХ), большая часть которой состоит из звезд, и некоторые другие спирали, состоящие только из звезд. Ряд туманностей, начинающийся с пухлого и расплывчатого газового мяча, заканчивается самой плоской и самой большой системой — звездным городом.

То, что этот ряд показывает эволюцию туманности, подтверждает механика. Она говорит, что облако горячего газа должно пройти через те именно формы и состояния, которые показаны на фото, и превратиться в конце концов в звездный город. Более того: можно даже вычислить, сколько именно газа должно уйти на каждую звезду. Другими словами, мы можем сказать, каков должен быть вес звезд, образовавшихся из туманности.

Об очень точных вычислениях в этом случае, конечно, не может быть и речи: ведь мы не знаем хорошо первоначального состояния газа. Но одно известно: звезды, получившиеся, по нашему предположению, из уплотненной туманности, должны иметь почти такой же вес, какой мы наблюдаем у них в действительности: об этом вычисления говорят достаточно ясно. Вероятно, звезды и на самом деле — гигантские капли сгустившегося газа. А сгущался он подобно тому, как облако пара сгущается в капли воды.

Заглянув в эти давно минувшие времена, мы увидели бы Солнце звездой-младенцем. Оно было тогда шаром гораздо больших размеров и более ярким, чем теперь. А до этого едва ли можно было бы вообще назвать звездой: оно имело вид еще более пухлого шара, смешанного с такими же другими шарами в туманность, которой, по законам механики, неизбежно предстояло сгуститься в наш звездный город.

Наше предположение очень просто объясняет, почему звезды встречаются большими группами — звездными городами: каждый такой город — продукт одной газовой туманности. И теперь ясно, почему звезды очень сходны по весу: ведь все они получились одинаковым путем.

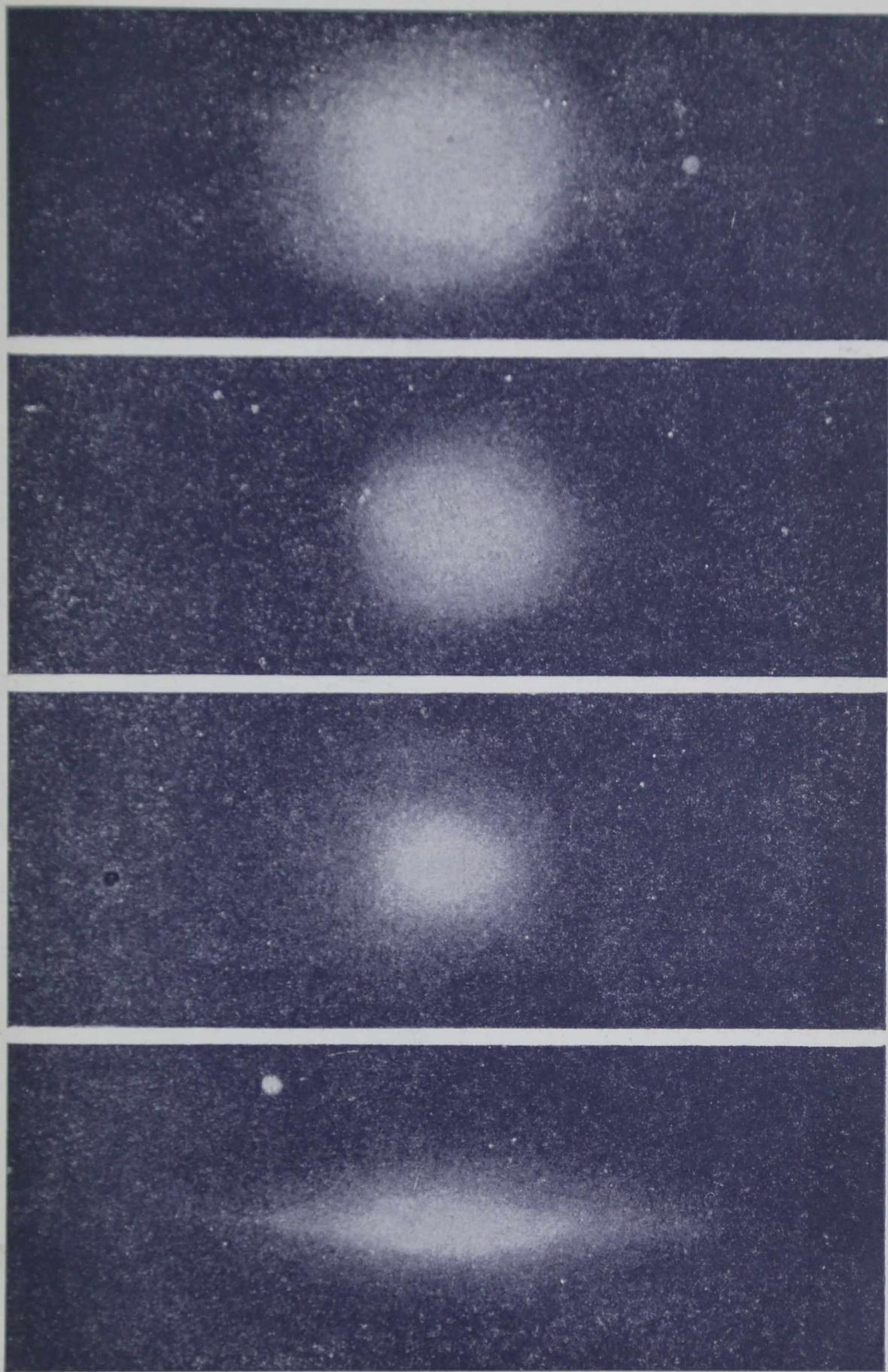
## Модель Вселенной

Мы сравнивали все время спиральные туманности с городами. Пусть же Москва изображает наш собственный город — Галактику, в которой Солнце — один из ничем не выделяющихся жителей. А Млечный путь представят жители окраин Москвы.

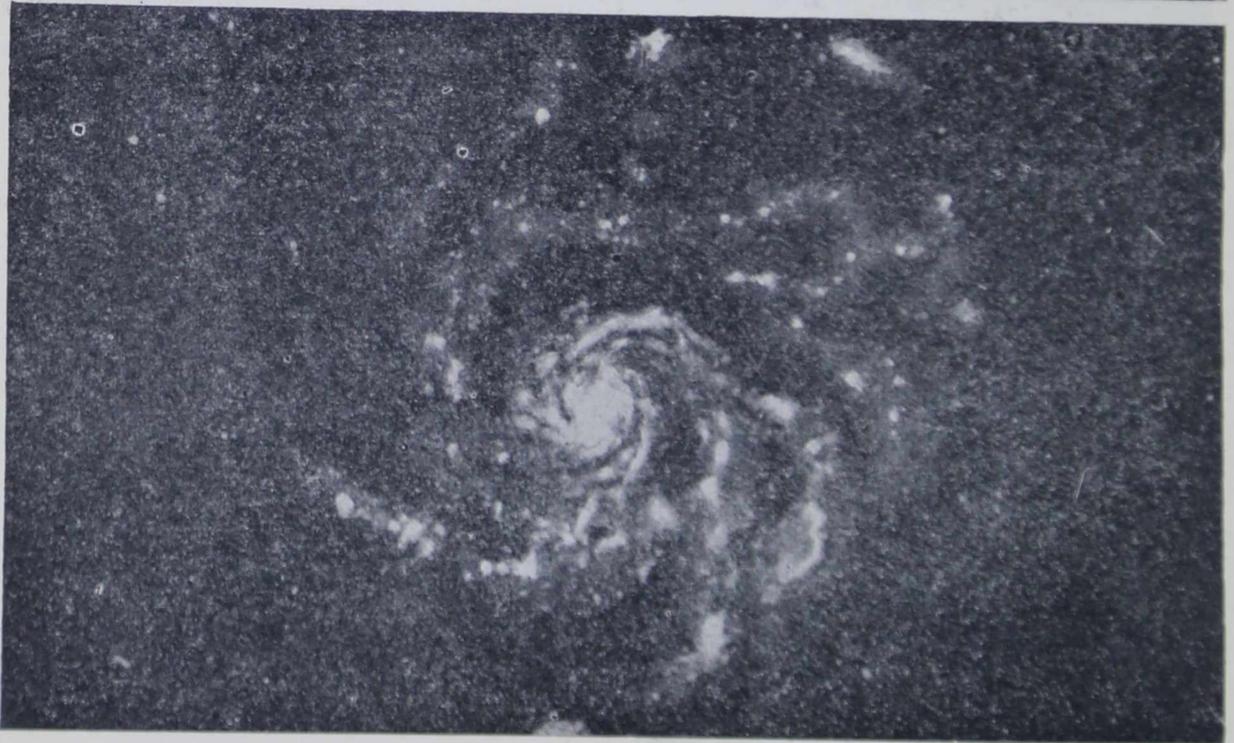
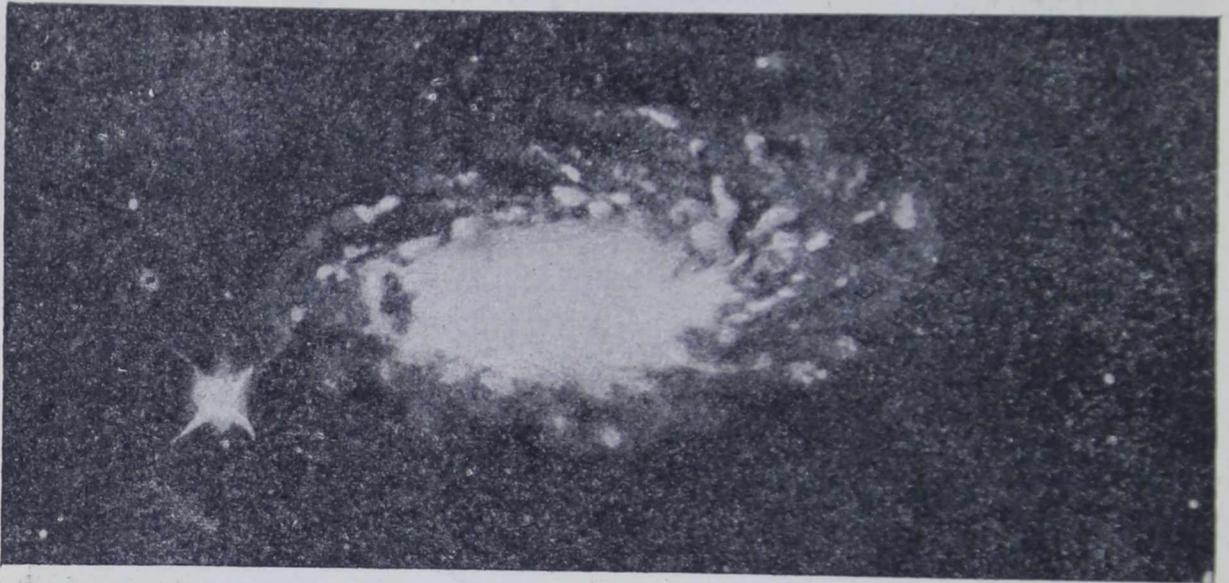
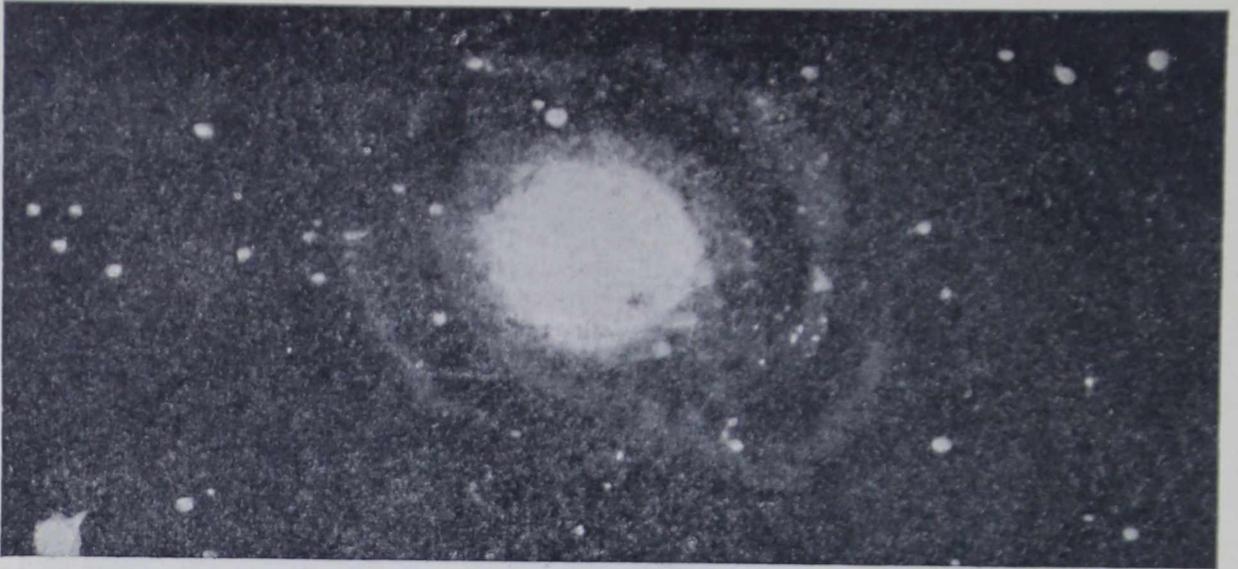
Введем в нашу модель еще два города — Владимир и Рязань. В таком случае каждый сантиметр поверхности в Москве, Владимире и Рязани, а также между ними будет соответствовать примерно биллиону километров в туманностях и в мировом пространстве, то есть расстоянию, которое свет проходит более чем в месяц.

Ничтожно малый масштаб нашей модели, равный  $1 : 10^{17}$ , уменьшает орбиту Земли до размеров микроскопического пятнышка в одну трехтысячную долю сантиметра в поперечнике, а всю солнечную систему вместе с орбитой Плутона — до размеров крупинки песка. Все звезды, видимые невооруженным глазом, лежат в нашей модели в пределах нескольких метров от песчинки — солнечной системы, — большинство же их — в пределах нескольких дециметров. Система альфы Центавра удалена от нее менее чем на сорок пять сантиметров, а Сириус — менее чем на метр.

Расстояние от Москвы до Владимира или Рязани равно в масштабе модели среднему расстоянию между звездными городами Вселенной — примерно двум миллионам световых лет. Чтобы послать световой или радиосигнал из одного звездного города в другой и получить ответ, требуется времени в шестьдесят тысяч раз больше продолжительности человеческой жизни. Этот ответ смогли бы получить только наши отдаленнейшие потомки, через сто двадцать тысяч поколений, а всего человеческий род насчитывает до сих пор десять тысяч поколений... За то время, что световые волны или радиоволны путешествовали бы между звездными городами туда и обратно, человечество успело бы двенадцать раз начать свой жизненный путь в виде обезья-



*XXII. Ряд туманностей (поперечный разрез) (см. стр. 139).*



*XXIII. Ряд туманностей (см. стр. 139).*

ноподобного существа и развиться до современного состояния.

И не удивительно. Представьте себе Москву, Владимир и Рязань и в Москве — ничтожную песчинку в двенадцать сотых миллиметра, незаметно прилипшую к ручке ребенка, играющего на бульваре песком. В нашей модели эта песчинка — солнечная система с орбитой Плутона, которую луч света едва успевает пересечь в мировом пространстве за одиннадцать часов. Поперечник земли в этой песчинке равен одной с третью десятиллионной доле миллиметра. Не существует микроскопа такой чудовищной силы увеличения, чтобы можно было разглядеть через него в недрах песчинки нашу планету. Но это еще не все.

Туманности, показанные на фото XIII, удалены от нас на пятьдесят миллионов световых лет. Эти туманности должны быть помещены в нашей модели приблизительно на расстоянии пяти тысяч километров от лежащей в Москве песчинки — солнечной системы — и должны находиться где-нибудь на востоке Сибири, за Байкальским озером.

Самые далекие туманности, которые показывают современные телескопы, удалены от нас, как вы знаете, приблизительно на сто сорок миллионов световых лет, или на тысячу триста тридцать триллионов километров. Эти отдаленнейшие из открытых до сих пор звездных городов нужно поместить в модели на расстоянии около четырнадцати тысяч километров от Москвы. Куда же это заведет нас? Путешествие в четырнадцать тысяч километров по земной поверхности может привести нас из Москвы на южный берег Австралии или же почти на самый юг Южной Америки.

Наша модель расположения туманностей при масштабе, равном световому году в дециметре, занимает теперь уже почти всю поверхность земного шара. Свободной остается только южная область Тихого океана и Южный Ледовитый океан — небольшой сравнительно круг радиусом в шесть тысяч километров.

Модель построена в таком мелком масштабе, что не

только Землю, но даже и Солнце очень трудно было бы разглядеть в самый сильный микроскоп: поперечник Солнца в нашей песчинке равен всего полутора стотысячным долям миллиметра. И несмотря на это, не занятого моделью места осталось на земном шаре очень немного.

Мы уже говорили, что в Америке собираются построить новый телескоп, который проникнет в пространство в два раза глубже самого мощного из существующих сейчас телескопов. Астрономы надеются, что новый телескоп покажет им новые туманности, находящиеся в два раза дальше открытых до сих пор. Если и этим новым звездным городам надо будет дать место в нашей модели, то их придется поместить на расстоянии уже в двадцать восемь тысяч километров от Москвы.

Оставаясь на земной поверхности, мы сделать этого не сможем. Правда, предпринять путешествие в двадцать восемь тысяч километров по земной поверхности не так уж трудно, но оно не отодвинет нас на двадцать восемь тысяч километров от Москвы, а, скорее, вернет нас в Москву, потому что мы пройдем почти три четверти пути вокруг земного шара.

Итак, поверхность земного шара оказывается слишком малой для построения модели, в которой вся солнечная система представлена едва заметной песчинкой.

## Великая Вселенная

Еще так недавно люди думали, что вокруг Земли, этого главного, по их мнению, тела — „центра Вселенной“, вращаются небесные сферы с прикрепленными к ним „звездочками“. Современная же астрономия развертывает перед нами систему мира в таком виде:

Земля — планета — один из членов солнечной семьи;

Солнце — звезда — одна из миллиардов звезд Галактики;

Галактика — наша Вселенная — „Малая Вселенная“;

галактики, то есть спиральные туманности, и облака галактик образуют „Большую Вселенную“, называемую еще иначе „Метагалактикой“.

Мы находимся сейчас в начале новой эпохи в астрономии: в последнее время астрономы успели проникнуть в глубь Метагалактики до ста шестидесяти миллионов световых лет.

Та звездная Вселенная, которую в течение тысячелетий человек наблюдал на небе невооруженным глазом, — это только небольшая часть Малой Вселенной. Число звезд в ней не бесконечно, как он думал, потому что наша Галактика где-то кончается, и на большом расстоянии вокруг нее звезд больше нет. Не бесконечно также и число галактик в облаках; не бесконечно, вероятно, и число облаков в Большой Вселенной — Метагалактике.

Кончается ли Метагалактикой мир? Дойдут ли астрономы до его пределов, если они охватят телескопами самые далекие туманности Метагалактики?

Безусловно — нет. В мире, несомненно, так же много метагалактик, как в Большой Вселенной много малых вселенных и как в малых вселенных много звезд. Но конец ли мира за группой метагалактик?

Нет, конца нигде нет, потому что Вселенная — Великая Вселенная — бесконечна. И открытая недавно Большая Вселенная, — вероятно, только часть еще бóльшей Вселенной. У Вселенной нет ни начала, ни конца — ни в пространстве, ни во времени.

7 января 1610 года Галилей впервые направил к небу телескоп. Это был самодельный, детски-несовершенный инструмент. Но не прошло с тех пор и трех с четвертью веков, как человечество, вооружившись мощными астрономическими орудиями, преодолело границы Малой Вселенной и проникло в недра Метагалактики.

Пройдут еще три века, а за ними — десятки и сотни веков... Можем ли мы предвидеть сейчас, с какой быстротой будут открываться человечеству бездны и тайны мироздания?

## Прошлое и будущее

Мы дважды отправлялись с вами в чудесной ракете. Во второй раз она унесла нас в отдаленнейшие эпохи зарождения туманностей.

Проходили нескончаемые периоды. Мы наблюдали, как мировой газ, постепенно сгущаясь в гигантские клубки, распадался на миллиарды звезд. И вот, глядя однажды на одну из них, имеющую для нас особое значение, на Солнце, мы вторично стали свидетелями космической драмы. Мы видели, как из недр мирового пространства к Солнцу стала приближаться какая-то звезда. С чудовищной быстротой она росла на наших глазах и подошла к Солнцу так близко, как еще не подходила к нему ни одна звезда. Приближение звезды вызвало на Солнце необычайно высокие приливы.

Потом сила притяжения чужого солнца настолько увеличилась, что разразилась катастрофа: исполинский хребет приливной волны оторвался от солнечной поверхности. Звезда же, не столкнувшись с Солнцем, стала удаляться от него.

Находясь в ракете, мы следим за повисшей в пространстве огненной струей, вырванной из тела нашего Солнца. Мы видим, как она сгущается в капли, одна из которых — это нам известно — превратится в нашу маленькую Землю. Теперь же, новорожденная, она представляет собой пушистый клубок огненного газа.

Клубок остывает, его центр становится жидким, его поверхность, охлаждаясь, покрывается твердой корой. Космическая капля стала Землей.

Проходят многие сотни тысяч лет, и когда Земля остывает еще больше, странные явления наблюдаются на ее поверхности: группы атомов соединяются в связные организации, которые мы называем жизнью.

Живые существа обнаруживают замечательную способность к размножению, создавая из рода в род организмы все большей сложности. От простейших ведут свою родословную насекомые, рыбы, птицы и млекопитающие. Нако-

нец, мы видим самих себя стоящими на высшей точке земного развития и представляющими наиболее сложные организмы из всех, возникших до сих пор на Земле.

Таково наше космическое прошлое. Но бесконечность пространства и времени раскрывает перед человечеством необозримую даль будущего. И мы начинаем понимать теперь, что наш род — только младенец, и вся история человечества — только миг в жизни Вселенной. Ее великая панорама, не имеющая ни начала, ни конца, продолжает развертываться. И человечество видит себя перед будущим, в тысячи, в миллионы раз большим, чем все его прошлое. Эти астрономические эпохи мы можем представить себе так.

Пусть толщина почтовой марки изображает десять тысяч лет — возраст известной нам человеческой культуры. Наклеим марку на толстую старинную медную монету. Толщина монеты будет соответствовать тремстам тысячам лет — возрасту человеческого рода на Земле. Если Земля родилась два миллиарда лет назад, то для изображения ее возраста придется построить семиэтажный дом. Положенная на крышу дома монета с наклеенной на нее маркой покажет нам, сколько времени прожито Землей и отдельно человечеством в диком и культурном состоянии.

Попробуем заглянуть теперь в будущее, — хотя бы на один биллион лет вперед. Наклеим на нашу марку еще одну, на вторую — третью и так далее. Будем клеить их до тех пор, пока не получится столбик в десять километров — сооружение, равное по высоте величайшей горе земного шара. Если наклеивание каждой марки продлится одну секунду, то вы справитесь с этой работой только через десять лет, а марок у вас уйдет на сооружение столбика сто миллионов штук. Их стоимость составит по меньшей мере миллион рублей.

Толщина нижней марки — это те первые десять тысяч лет, в течение которых человек-дикарь успел развиваться до своего современного состояния. В толщину слоя краски, запечатлевшей рисунок марки, укладывается целиком тот

последний период нашей эпохи, в течение которого человек подчинил своей воле пар и электричество, научился летать, окутал весь земной шар паутиной невидимых радиоволн и познал Вселенную на протяжении полутора ста миллионов световых лет.

Столбик из ста миллионов марок, уходящий в заоблачную высь, представляет грядущие времена. Они принадлежат будущему человечества. Это будущее — самое долгое из всего, что только наш ум в состоянии представить себе. И нам становится ясно, что мы находимся еще в самом начале жизни нашего рода — в ее предистории. Мы находимся только на рассвете дня невообразимой длины, равносильной для наших человеческих понятий вечности.

Наши отдаленнейшие потомки, оглядываясь назад, будут считать наши века туманным утром истории мира. Наши современники будут казаться им героями, которые сквозь дебри невежества, общественного угнетения и религиозных предрассудков пробивали путь к познанию Вселенной и к умению подчинить себе силы природы — путь к организации мира, достойного человечества будущего.

Сейчас мы окутаны еще слишком густым предрассветным туманом, чтобы можно было даже смутно представить себе, до каких высот будет подниматься человечество. Мы не можем представить себе сейчас, каким явится мир для тех, кто увидит его в полном сиянии дня.

Но уже при слабых проблесках начинающегося утра мы видим, что астрономия, раскрывающая перед нами тайны мироздания во всем его великолепии и бесконечности, несет с собой надежду на невообразимо долгую жизнь. И мы должны в полной мере почувствовать и осознать ту великую ответственность перед человечеством, которую мы несем как основоположники будущей культуры и строители будущего общества.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Кое-что о больших числах

Простой способ написания больших чисел.—  
Как велики эти числа?—Что такое „световой год“? 5

### Небесный свод

Земля вращается.—Наш ближайший сосед—Луна.—Солнце.—Расстояния до звезд.—Небесные картинки.—Адреса звезд.—Полярная звезда.—Странствование полюса мира.—Небесные кочевники.—Изолированная колония . . . . . 11

### Путешествие в пространство и время

Во внешнем пространстве.—Станция на Луне.—Почему на Луне нет атмосферы?—Поверхность Луны.—Венера и Меркурий.—У поверхности Солнца.—Внутри Солнца.—Даже атомы разрушены!—Экспедиция по времени.—Мировая катастрофа.—Наш мир родился! . . . . . 35

### Солнечная семья

Девять планет.—Меркурий.—Венера.—Ближайшие к Солнцу планеты.—Орбиты планет.—Внешние планеты.—Климат планет.—Есть ли жизнь на Марсе?—Спутники планет.—Кольца Сатурна.—„Малые планеты“.—Кометы и „падающие звезды“.—Возраст Земли.—Мельчайшие члены солнечной семьи. 59

### **Взвешивание небесных тел**

Открытие Ньютона.—Изучение тяготения.—  
Сколько весит Земля?—Взвешивание Солнца.—Заме-  
чательная история двух открытий.—Как велики мас-  
сы звезд?—Сила света звезд.—Об измерении звезд.—  
Цвет звезд.—Размеры звезд. . . . . 79

### **Разнообразие звезд**

Три типа звезд.—Атом и Вселенная.—Белые кар-  
лики.—Основной ряд звезд.—Красные и желтые ги-  
ганты.—Силовая станция нашей колонии.—Вес сол-  
нечного излучения.—Звезды, разрушающие свое  
вещество.—Ближайшие звезды. . . . . 99

### **Млечный путь**

О плане Вселенной.—Переменные звезды.—  
Шаровые скопления звезд —Млечный путь.—Каково  
строение Млечного пути?—Ночное небо.—Количе-  
ство звезд. . . . . 115

### **Глубины пространства**

Звездные города.—Типы туманностей.—Ближай-  
шие звездные города.—Взвешивание звездных го-  
родов.—История звездных городов.—Рождение  
звезд.—Модель Вселенной.—Великая Вселенная.—  
Прошлое и будущее. . . . . 132

## О П В Ч А Т К И

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>
8	17 сверху	110	1100
8	10 снизу	40.10 <sup>б</sup>	40.10 <sup>з</sup>
14	стрелка на рис. должна быть пунктирной линией.	расположена вдоль	
56	5 сверху	океаном, на	океаном на
137	6 снизу	1,41.0 <sup>21</sup>	1,4.10 <sup>21</sup>

Движение миров.



1916. 4 1916.