

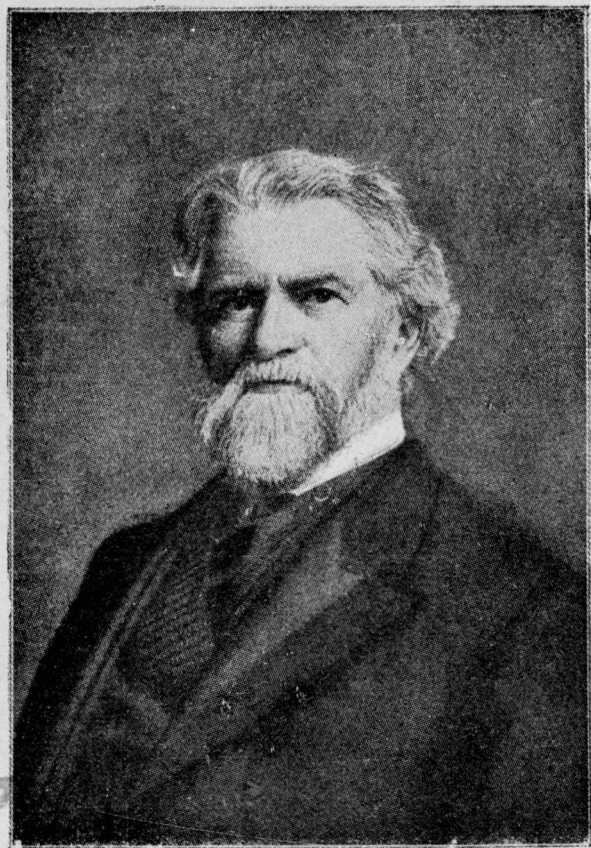
С. НЬЮКОМБ
ПОПУЛЯРНАЯ
АСТРОНОМИЯ



РАБОЧЕЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

П Р И Б О Й

ЛЕНИНГРАД ~ 1925



С. НЬЮКОМБ.

И 92 x

С. НЬЮКОМБ

Депозитария

Пров. 1.1.11

10-04-71

1 429185

ПОПУЛЯРНАЯ АСТРОНОМИЯ

ПЕРЕВОД ПОД РЕДАКЦИЕЙ
И В ОБРАБОТКЕ
Проф. Н. КАМЕНЬЩИКОВА

6475

Рабочее Издательство «ПРИБОЙ»
Ленинград 1924

ПРОВЕРЕНО
1956 г.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Предисловие к русскому изданию.

В Сев. Американских Соединенных Штатах и в Англии большое распространение имеет популярная книга по астрономии С. Ньюкомба «Astronomy for Everybody», которая выдержала очень много изданий и переведена на многие языки. Последнее ее издание в немецком переводе, под заглавием: «S. Newcomb. Astronomie für jederman», вышло в 1922 году с дополнениями проф. Шорра и проф. Граффа; она включает в себе последние открытия в астрономии вплоть до 1921 года.

Вот это последнее издание и положено в основу этого русского переработанного издания—«Популярной астрономии Ньюкомба».

Книга эта, написанная таким крупным ученым, каким является проф. С. Ньюкомб, заключает в себе все то, что и нужно ожидать от автора, стоящего на самой вершине современного знания. Действительно, в этой книге есть и свежесть материала, почерпнутого из самых первоисточников знания, и критический разбор полученных данных, и строго-научное освещение их и, наконец, обобщающие глубоко-философские выводы.

Слог ее прост и без каких-либо вычурных прикрас: вся красота изложения—именно в этой простоте. Так и нужно писать для рабочих масс: только дело, просто и ясно его излагая. Так учил нас писать и говорить наш бессмертный Ильич.

Переработка этой книги для русского издания коснулась, главным образом, сокращения ее теоретического материала и упрощения в изложении некоторых мест этой книги, имея в виду другую подготовку русского рабочего.

Книга эта сама по себе—а при отсутствии у нас хорошей, доступной широким рабочим массам, популярной литературы по астрономии и подавно—должна встретить радушный прием среди комсомольцев и рабочих, в рабочих клубах, читальнях и библиотеках.

Ленинград. Гос. Универс. Обсерватория.

Проф. Н. Каменьщиков.

7 ноября, 1924.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

НЕБО.

В ясные безлунные ночи небо усеяно тысячами сверкающих звезд. Кажется, что они прикреплены к небесному своду и что все они одинаково удалены от места наблюдения на Земле.

Все мы знаем, что эти как будто в беспорядке рассыпанные по небу более или менее яркие точки—небесные тела и что и наша Земля, с которой мы наслаждаемся видом звездного неба, тоже небесное тело. Но только немногим вполне ясен тот путь, каким человечество пришло к этому знанию и как оно разобралось в бесконечном звездном хаосе.

Прошли многие столетия и даже тысячелетия работы человеческого разума, прежде чем были установлены порядок и закономерность небесных явлений, прежде чем Земле было отведено в просторах вселенной то место, которое ей надлежит занимать. И даже теперь, когда люди получают ясные и точные представления о строении вселенной,—многим еще бывает нелегко понять связь небесных явлений между собой.

1. Обзор звездного мира.

Чтобы облегчить читателю обзор мироздания, в пределах которого мы живем, вообразим себе на мгновение, что мы наблюдаем строение вселенной с пункта, находящегося вне ее. Конечно, нам пришлось бы выбрать этот пункт бесконечно далеко. Чтобы получить хотя бы приблизительное представление об этом расстоянии, не называя колоссальных чисел, воспользуемся, как масштабом, скоростью света. Свет пробегает в секунду 300.000 километров, и в промежутке между двумя тиканьями карманных часов он obeжит много раз вокруг Земли. Несмотря на эту чудовищную скорость, тот пункт, который мы хотим избрать для обзора вселенной, только тогда будет лежать вне вселенной, если мы поместим его на расстоянии, которое свет пролетит в 500.000 лет!

Насколько мы знаем, в этом месте нас окружал бы полный мрак, черное беззвездное пространство. Но в разных направлениях мы бы

заметили какое то тусклое сверкание, подобное легкому облачному покрову. Одно из этих световых облаков, которое мы будем коротко называть нашим звездным миром, послужит предметом исследования этой книги.

Теперь покинем наш прежний наблюдательный пункт и приближимся к этому далекому световому облаку, при чем от нас зависит сделать это с большей или меньшей скоростью. Например, чтобы достигнуть нашей цели в месяц, мы бы должны были лететь в шесть миллионов раз быстрее света.

Пока мы приближаемся к далекому светящемуся туману, сияние постепенно распространяется по небу и вскоре покрывает его почти наполовину, в то время как за нами замыкается черная ночь пространства. Мы уже различаем сияние отдельных сверкающих точек. Мало-по-малу этих сверкающих точек делается все больше и больше; кажется, что они мчатся мимо нас и исчезают за нами вдаль, в то время как впереди появляются все новые сверкающие точки.

Это напоминает нам, как из вагона железной дороги мы видим летящие мимо нас здания, деревни, города. Эти сверкающие точки—неподвижные звезды, те самые звезды, которые земной наблюдатель видит на ночном небе. Так мы пролетим с этой громадной скоростью через все световое облако и нигде не увидим ничего другого, кроме звезд, между которыми рассеяны кое где большие тусклые, похожие на туман массы, не распадающиеся на отдельные звезды.

Но вместо того, чтобы продолжать наше путешествие с прежней скоростью, когда мы достигнем середины светового облака, умерим нашу быстроту и рассмотрим подробнее одну из многих здесь находящихся звезд. Мы выберем небольшую желтоватую звезду, которая на первый взгляд ничем не отличается от своих соседей.

Но по мере того, как мы к ней будем приближаться, она будет делаться все светлее и ярче; через некоторое время она заблестит так же ярко, как Венера, наша чудесная утренняя звезда. Вскоре мы сможем читать при ее свете, потом она уже будет ослеплять нас и, наконец, в ее блеске, как в блеске Солнца, погаснут все другие звезды, находящиеся поблизости. Эта звезда и есть наше Солнце.

Теперь остановим наше путешествие и займем положение, которое по сравнению с пройденным до этого расстоянием, находится совсем близко от Солнца, хотя мы будем находиться на расстоянии 10.000 миллионов километров от Солнца. С этого расстояния опять посмотрим вокруг себя и мы увидим, что около Солнца рассеяны в различных направлениях восемь точек, похожих на звезды. Если мы будем их наблюдать достаточно долго, то мы заметим, что все они движутся вокруг Солнца и свои пути вокруг Солнца совершают в промежутки времени от 3 месяцев до 165 лет. Последнее из этих тел удалено от Солнца на расстояние почти в 80 раз большее, чем самое близкое.

Эти похожие на звезды точки—планеты. Они отличаются от звезд тем, что сами по себе они темные и своим блеском обязаны только Солнцу.

Из этих планет третья по порядку, считая от Солнца, должна составить ближайшую цель нашего путешествия. Это—наша Земля. Если теперь мы мысленно будем приближаться к ней по направлению, перпендикулярному к линии, соединяющей планету с Солнцем, то мы увидим, что она не только становится больше и светлее, но что одно полушарие ее—темное, другое—освещено солнечными лучами. При еще большем приближении на освещенной части этой планеты мы заметим какие-то очертания и, наконец, мы увидим океаны и материки закрытые частью облаками. Блестящая поверхность, к которой мы стремились, всё больше и больше заполняет наш кругозор, пока мы, наконец, не станем сами твердой ногой на это небесное тело. Только теперь мы заметим, что находимся в знакомом месте, а именно—на Земле.

Путешествие, которое мы только что мысленно совершили, ввело нас в науку о небесных телах—в астрономию. Громадная масса звезд, которые покрывают ночное небо,—это солнца, подобные нашему Солнцу. Иначе говоря, Солнце—это только одна из многих звезд неба. Если сравнить его с его сестрами во вселенной, то оно окажется настоящим карликом, потому что есть множество звезд, которые значительно больше его.

Наше Солнце ничем в сущности не отличается от сотен своих сестер—звезд, сияющих в просторе вселенной. Его огромное значение для нас и его кажущаяся величина зависят исключительно от случайной близости Земли к Солнцу.

Таким образом, вся вселенная кажется нам с Земли точно такой же, какой она нам представилась при нашем полете через этот мир неподвижных звезд. Единственное различие между теперешним видом неба и видом его с отдаленнейшего пункта наблюдения заключается только в том, что теперь ярче выступают Солнце и планеты по отношению к неподвижным звездам. И Солнце, благодаря своей близости, с такой силой заливают светом воздушную оболочку Земли, что в дневном блеске неба совершенно гаснет свет других звезд. Однако, если бы мы могли подняться выше земной атмосферы, мы увидели бы вокруг Солнца звезды, горящие днем так же ярко, как и ночью.

2. Величина солнечной системы.

Согласно вышеизложенному, небесные тела разбиваются на две группы. Одна группа включает в себе миллионы далеких звезд, другая же содержит одну единственную, особенно близкую нам звезду—Солнце и связанные с ним темные небесные тела—пла-

неты. Эта группа небесных тел, с Солнцем в центре, образует маленькую самостоятельную семью, которую мы назовем солнечной системой. Характерным признаком этой системы является ее чрезвычайно незначительное протяжение по сравнению с расстояниями между отдельными звездами.

Вокруг солнечной системы простираются на чудовищные расстояния совершенно пустые пространства. Если бы даже мы смогли быстро пролететь через всю эту солнечную систему, то наши чувства не обнаружили бы никакого приближения к звездам, и мы не ощутили бы никакой перемены в картине звездного мира. Только астроному, вооруженному самыми чувствительными измерительными приборами, удалось бы путем точнейших наблюдений установить небольшие отклонения на звездном небе, да и то лишь у некоторых, наиболее близких к нам звезд.

Чтобы получить более точное представление о величине и расстояниях небесных тел, представим себе солнечную систему на следующей маленькой наглядной модели. Пусть Земля, на которой мы живем, представлена в этой модели горчичным зерном. Тогда Луна будет частичкой приблизительно в $\frac{1}{4}$ диаметра этого зернышка и будет удалена от Земли на 2—3 сантиметра. Солнце в этой модели будет большим яблоком на расстоянии 10 метров от Земли.

Планеты, величина которых колеблется от еле заметной частички до горошины, будут на расстояниях от 4 до 300 метров от Солнца. Теперь представим себе, что все эти маленькие тела, соблюдая все время свое расстояние от Солнца, медленно движутся вокруг него таким образом, что полный оборот планет вокруг Солнца совершается в промежутки времени от 3 месяцев до 165 лет. Горчичное зернышко, наша Земля, совершает свой оборот вокруг Солнца в течение одного года, а Луна, сопровождающая Землю, делает вокруг нее оборот каждый месяц.

При таком масштабе вся солнечная система расположилась бы на поле поверхностью в одну треть квадратного километра. За этим полем вообразим себе пространство, которое превосходит по величине Европу; тут мы ничего не увидим, кроме, может быть нескольких рассеянных в пространстве комет. Дальше, уже в Атлантическом океане, мы встретим ближайшую звезду, которая, подобно нашему Солнцу, может быть представлена большим яблоком. Еще дальше, примерно в Америке и в Тихом океане, мы найдем другие звезды, чаще всего большие, чем Солнце, но, в среднем, расположенные на таких же расстояниях друг от друга, как ближайшая звезда от Солнца. В этой маленькой модели вселенной пространство, равное по величине всей Земле, содержало бы только две или три таких звезды.

Теперь нам стало ясно, почему при нашем воображаемом полете во вселенной мы не могли заметить сразу такое незначительное маленькое тело, как наша Земля. Искать ее в звездном хаосе вселенной было бы такое же бесцельное занятие, как если бы мы иско-

лесли всю Европу в поисках за горчичным зернышком, о котором нам было бы известно только то, что оно находится где-то здесь, в этой части земного шара. Даже ослепительное наше солнце осталось бы незамеченным среди этих бесчисленных звезд, если бы только случайно мы не находились в его близости.

3. Вид неба с Земли.

Огромные пространства, которые отделяют нас от небесных тел, делают для нас невозможным получить ясное представление о протяжении нашего звездного мира. Нелегко понять подлинные соотношения между Землей и каждым небесным телом в отдельности. Если бы можно было, взглянув на небесное тело, сразу же правильно оценить его расстояние до нас, или, если бы наше зрение обладало такой остротой, что мы могли бы различать мельчайшие подробности на этих телах, то правильное представление о строении вселенной получилось бы просто при одном внимательном наблюдении неба. Но мы знаем, что Земля на расстоянии, в десять тысяч раз большем ее диаметра, при полном освещении ее Солнцем кажется светящейся точкой без каких-либо подробностей. В древности люди не имели никакого понятия о таких расстояниях и поэтому предполагали, что небесные тела и в особенности планеты в их физическом строении совершенно отличны от нашей Земли.

Даже в настоящее время, при виде звездного неба, нам не легко понять, что звезды в миллионы раз дальше от нас, чем планеты, потому что и звезды и планеты кажутся рассеянными на небесном своде на одинаковом расстоянии от Земли и кажутся нам приблизительно одинаковыми. Их действительное положение и расстояние можно узнать только путем длительных наблюдений их положения на небе.

Невозможность представить себе чудовищную разницу между земными и небесными расстояниями составляет для нас главное затруднение, если мы хотим уяснить себе истинные расстояния во вселенной. Несмотря на это, мы попытаемся здесь объяснить эти соотношения как можно проще, связывая непосредственно истинные величины с кажущимися.

Вообразим на мгновение, что Земля уплывает из под наших ног и мы висим в пространстве: тогда мы увидим вокруг себя во всех направлениях небесные тела—Солнце, Луну, планеты и звезды. Вверху и внизу, налево и направо глаз видел бы только звезды, и все эти тела казались бы нам распределенными на внутренней поверхности полого шара. Так как при астрономических наблюдениях важно знать не столько истинное расстояние до небесных тел, сколько направление луча зрения на них, то в астрономии принято говорить об этом видимом шаре так, как будто он на самом деле существует. Его называют небесной сферой.

В только что взятом примере, где мы вообразили себя свободно висящими в пространстве над Землей, нам будет казаться, что все небесные тела находятся в покое. Наблюдателю будет казаться, что звезды остаются на своих местах день за днем, из года в год. Конечно, при некотором внимании можно было бы проследить медленное движение планет вокруг Солнца, но и это сделалось бы заметным только через некоторое время. Первое впечатление привело бы нас к заключению, что далекая небесная сфера состоит из твердой кристалльной массы и что небесные тела прикреплены к ее внутренней поверхности. Древние, действительно, так и думали. Они думали, что все разнообразные движения Солнца, Луны, планет совершаются при помощи таких кристалльных сфер, заключенных одна в другую.

Но вернемся снова на наш земной шар, откуда мы будем только рассматривать ту далекую кристалльную сферу. По сравнению с небом Земля только точка, хотя, когда мы на ней стоим, она закрывает половину вселенной совсем так же, как яблоко закрывает половину комнаты от взора ползущего по яблоку насекомого.

Мы знаем, что Земля не стоит на месте, но все время вращается вокруг своей оси, проходящей через ее центр, и при этом увлекает за собой наблюдателя. Из этого возникает, как естественное следствие, видимое движение небесной сферы в противоположном направлении. Земля вращается с запада на восток; поэтому земному наблюдателю кажется, что небесная сфера вращается с востока на запад. Это истинное вращение Земли и обусловленное им видимое движение звезд называется суточным движением, потому что оно совершается в течение одних суток.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

СОЛНЦЕ.

Мы уже знаем из предыдущего, что сравнительно небольшая группа небесных тел, на одном из которых мы живем, образует небольшую самостоятельную семью. Как ни мала она по сравнению со всей вселенной,—для нас она составляет ее главнейшую часть. Прежде чем мы перейдем к описанию отдельных членов этой группы небесных тел, бросим на нее сначала общий взгляд.

1. Обзор солнечной системы.

Главнейшее небесное тело этой группы—Солнце, большая сияющая звезда, которая изливает свет и тепло на все другие тела этой системы и своим мощным притяжением сдерживает всю систему в порядке.

На втором месте стоят планеты, которые двигаются вокруг Солнца по своим путям; к числу их принадлежит и наша Земля. Слово планета означает блуждающая звезда. Они названы так потому, что эти тела не сохраняют своего видимого положения на небе, а перемещаются между звездами.

Планеты разделяются на две группы: на большие и малые планеты. Больших планет, которые после Солнца являются самыми большими телами нашей системы, всего восемь. Считая по их расстояниям от Солнца, они располагаются в следующем порядке: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Их расстояния от Солнца различны: от 58 миллионов километров у Меркурия до 4.500 миллионов у Нептуна. Значит, Нептун удален от Солнца на расстояние в 78 раз большее, чем Меркурий. Еще значительнее разница в тех промежутках времени, в течение которых каждая планета совершает свой путь вокруг Солнца. Меркурий обходит вокруг Солнца в 88 суток, а Нептуну нужно больше 164 лет, чтобы пройти свой длинный путь вокруг Солнца. Таким образом, со времени своего открытия в 1846 г. он еще не совершил и половины своего пути вокруг Солнца.

Большие планеты по их расстояниям от Солнца разбиваются на две группы, по четыре планеты в каждой, при чем между этими двумя группами планет находится большой промежуток. Меркурий, Венера, Земля, Марс—это внутренняя группа, а Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун—внешняя группа. Внутренняя группа состоит из четырех планет, меньших, чем планеты внешней группы, так что масса всех четырех внутренних планет не составляет и седьмой части массы самой малой планеты из внешней группы.

В просторстве между этими группами планет, т.-е. между Марсом и Юпитером, двигаются малые планеты или астероиды, как их иногда называют. Уже по их названию видно, что по сравнению с большими планетами они очень малы. Все они удалены от Солнца, в среднем, на расстояние, приблизительно, в три или четыре раза превосходящее расстояние от Солнца до Земли. По сравнению с большими планетами, число малых планет чрезвычайно велико: теперь уже известно около тысячи этих маленьких небесных тел, и ежегодно астрономы открывают все новые и новые.

Третий класс небесных тел в солнечной системе составляют спутники планет. Некоторые из больших планет имеют одного или несколько таких спутников, которые вращаются вокруг своей планеты и сопровождают ее в ее движении вокруг Солнца. Две внутренние планеты, Меркурий и Венера, совершенно не имеют спутников. У других планет число спутников колеблется от одного (наша Земля) до десяти, которые сопровождают Сатурна. Таким образом, каждая большая планета, кроме Меркурия и Венеры, является центром особой своей системы, имеющей несомненное сходство с солнечной системой. Одним словом, мы имеем систему Марса, состоящую из

Марса и двух его спутников; систему Юпитера—из Юпитера и девяти его спутников; систему Сатурна, в которую входят Сатурн, его кольца и десять его спутников.

Четвертый класс небесных тел в солнечной системе составляют кометы. Они движутся вокруг Солнца по своеобразным путям; поэтому нам удастся видеть кометы только при их значительном приближении к Солнцу. Это приближение у большинства комет случается раз в сто или даже в тысячу лет. Но и это приближение может протекать при неблагоприятных условиях, так что комета останется совершенно невидимой.

Кроме вышеперечисленных небесных тел, в нашей солнечной системе имеется еще бесчисленное множество маленьких космических телец или так называемых метеоров, которые тоже движутся вокруг Солнца по своим путям и находятся в тесной связи с кометами. Обыкновенно они совершенно невидимы, и только когда они попадают в нашу земную атмосферу, то от трения загораются в ней и делаются видимыми. Это—падающие звезды, неожиданно вспыхивающие и быстро исчезающие.

Нижеследующая таблица дает представление о порядке больших планет в солнечной системе, об их расстояниях, времени оборота вокруг Солнца, массе и объеме.

ПЛАНЕТЫ.	Расстояние от Солнца в миллионах километров.	Время оборота в годах и сутках.	Масса в единицах массы Земли.	Объем в единицах объема Земли.
☿ Меркурий. . . .	58	0 л. 88 с.	0,02	0,05 °
♀ Венера.	108	0 » 225 »	0,81	0,91
♂ Земля.	149	1 г. 0 »	1,00	1,00
♂ Марс.	228	1 » 322 »	0,11	0,16
♃ Юпитер.	778	11 л. 315 »	317,6	1382,5
♄ Сатурн.	1426	29 » 167 »	95,0	830,6
♅ Уран.	2869	84 г. 5 »	14,6	64,0
♆ Нептун.	4496	164 » 287 »	17,2	79,5

2. Солнце, как небесное тело.

Самое большое центральное тело нашей системы, прекрасное Солнце, в первую голову останавливает на себе наше внимание. Уже простым глазом мы видим, что Солнце—сверкающий шар, а пер-

вые вопросы, которые нас занимают—вопросы о величине Солнца и его расстоянии от нас.

В науке существуют способы определения расстояния до Солнца. Большинство этих способов основано на том же принципе, каким пользуются артиллеристы, определяя расстояния до недоступного им неприятеля.

Видимая величина небесного тела и расстояние до него связаны между собой определенной математической формулой. Поэтому, если мы измерим угол, под которым виден с Земли диаметр Солнца, то, зная расстояние до Солнца, мы можем найти и истинные его размеры. Действительно, диаметр Солнца виден с Земли под углом в 32 минуты. Отсюда по определенным математическим формулам найдем, что расстояние Солнца от Земли приблизительно в 107,5 раза больше его истинного диаметра. Поэтому, если мы знаем расстояние до Солнца, то нам нужно только разделить его на 107,5, чтобы получить истинный диаметр Солнца.

Теперь расстояние от Солнца до Земли определено очень точно. Оказывается, это расстояние равно приблизительно 150.000.000 километров. Если мы разделим это число на 107,5, то мы получим, что диаметр Солнца равен приблизительно 1.390.000 км. Иными словами, диаметр Солнца равен 110 земным диаметрам. Из этого вытекает, что объем или вместимость Солнца в 1.300.000 раз ($110 \times 110 \times 110$) больше объема Земли.

Солнце имеет для нас такое исключительное значение потому, что оно главнейший источник света и тепла. Если бы оно исчезло, то для Земли наступила бы не только вечная ночь, но через короткое время и вечный холод.

Всем известно, что в ясную ночь поверхность Земли излучает в мировое пространство поглощенную за день солнечную теплоту и поэтому охлаждается. Если же ежедневный новый приток солнечного тепла совершенно прекратился бы, то на Земле везде стало бы гораздо холоднее, чем сейчас в полярных странах, и вся жизнь на нашей планете скоро бы прекратилась.

Постоянные наблюдения над изменениями на солнечной поверхности показывают, что и Солнце, подобно планетам, вращается вокруг своей оси, проходящей через его центр. Мы воспользуемся здесь точно такими же обозначениями, как у Земли, и назовем концы солнечной оси полюсами и самый большой круг по середине между полюсами—солнечным экватором.

Продолжительность оборота Солнца вокруг своей оси равна приблизительно 26 суткам. Это вращение Солнца на первый взгляд может показаться очень медленным. Но так как диаметр Солнца в 110 раз больше диаметра Земли, то скорость вращения Солнца будет $110 : 26$ или в 4 с лишним раза больше скорости Земли. Таким образом, точка солнечного экватора пробегает в 1 секунду

около 2 километров, тогда как на Земле она движется со скоростью $1\frac{1}{2}$ километра в секунду.

По сравнению с Землей, солнечное вращение обнаруживает замечательное свойство: на экваторе это вращение происходит быстрее, чем к северу и к югу от него. Таким образом, быстрота вращения Солнца убывает к полюсам. Это говорит нам о том, что поверхность Солнца находится еще в жидком или газообразном состоянии, потому что, если бы Солнце было таким же твердым телом, как Земля, то все его части имели бы одинаковую скорость вращения.

3. Солнечные пятна.

Видимая поверхность Солнца называется фотосферой. Не вооруженному глазу она кажется почти совершенно гладкой и одно-

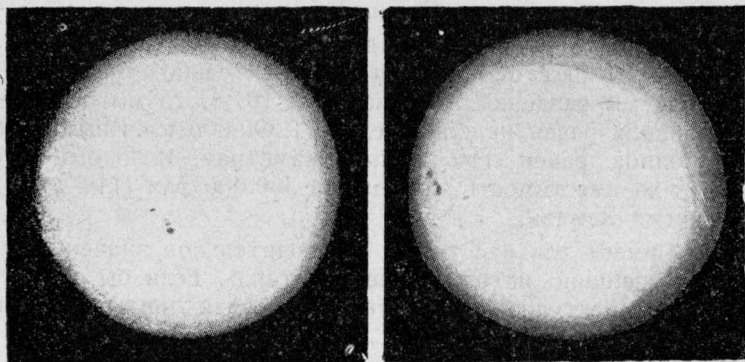


Рис. 1. Фотографии Солнца, полученные 15 и 19 июня 1907 г.

образной. Но в телескоп она представляется неровной, и на ней видны образования, напоминающие разбухшие зерна риса. Исследование фотосферы при благоприятных условиях обнаруживает, что эти зернышки или гранулы представляют из себя различной величины образования, похожие на облака, быстро и неправильно перемещающиеся по всей поверхности Солнца.

Если мы сравним яркость отдельных частей фотосферы, то обнаружим, что середина солнечного диска ярче, чем его края. При этом убывь яркости происходит довольно быстро, так что края Солнца почти наполовину менее ярки, чем его середина. Из этого следует, что Солнце окружено атмосферой, которая поглощает свет.

Так как Солнце шарообразно, то лучи, которые идут к нам от центральной части солнечного диска, перпендикулярны к поверхности Солнца, а лучи, идущие от краев Солнца,—косые. Чем наклоннее направление лучей, идущих от солнечной поверхности, тем

толще слой атмосферы, через который они должны проникнуть, и тем большее поглощение они претерпевают.

Если внимательно исследовать фотосферу в телескоп, легко обнаружить на ее поверхности одно или несколько темных пятен. Вращение Солнца вокруг оси увлекает за собою эти пятна и, наблюдая их движение, легко определить время оборота Солнца.

Если пятно находится как раз в центре солнечного диска, то через 6 дней оно достигает западного края и делается невидимым. Приблизительно через две недели оно появляется снова уже на восточном крае, если только оно не исчезает совсем, как это часто случается.

Величина солнечных пятен чрезвычайно разнообразна. Одни пятна представляют из себя крошечные точки, так называемые поры, которые едва видимы в хороший телескоп, между тем как другое пятно так велико, что его можно видеть даже простым глазом через темное стекло. В последнем случае мы имеем дело, большею частью, с несколькими группами пятен, как это показано на рис. 2, которые только невооруженному глазу кажутся одним пятном.

В спокойную погоду можно наблюдать, что большое пятно состоит, большею частью, из темного центрального ядра — тени и более светлого края — полутени.

Часто этот край кажется нам полосатым, как соломенная крыша. При этом, похожие на тростинки лучи, которые образуют полутень, перебрасываются часто и на самую тень пятна и в некоторых местах перепоясывают всю тень, от одного края до другого.

Пользуясь наблюдениями более чем за два столетия, Швабе в 1843 году установил, что число солнечных пятен совершенно правильно меняется, в среднем — в течение периода в 11 лет.

Это видно из следующего сопоставления минимума и максимума появления солнечных пятен по данным последних лет и по вычислениям на ближайшие годы. Из сопоставления этих чисел видно, что увеличение числа пятен после минимума возрастает гораздо быстрее, чем убыль после максимума:

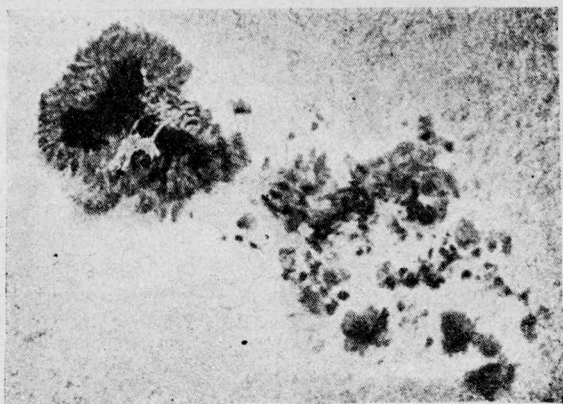


Рис. 2. Фотография группы солнечных пятен.

Минимум:	Максимум:
1867	1871
1879	1884
1890	1894
1902	1907
1913	1917
(1924)	(1928)

Кроме того, солнечные пятна и во время максимума появляются не повсюду на поверхности Солнца, а на определенных расстояниях от солнечного экватора. На самом экваторе они появляются довольно редко, но немного севернее или южнее его, около 15 градусов широты, их уже появляется значительное число. Далее, до 20 градусов широты их число наибольшее, а потом оно снова убывает, так что за 30 градусом уже редко можно встретить хотя бы одно пятно.

4. Солнечные факелы.

Кроме темных солнечных пятен, на Солнце наблюдается еще множество маленьких особенно ярких хлопьев или прожилок. Эти так называемые солнечные факелы появляются часто по соседству с солнечным пятном и чаще всего в периоды наибольшей деятельности солнечных пятен; но они не ограничиваются этими пределами. Поблизости от солнечного полюса они, однако, встречаются редко. Лучше всего их наблюдать в телескоп, когда они находятся близко от края Солнца, где они отчетливо выделяются на более темной части фотосферы.

Что солнечные пятна и солнечные факелы обязаны своим происхождением одной и той же причине, доказывается наблюдениями их при помощи спектрогелиографа. Этот прибор дает возможность делать фотографические снимки Солнца в определенных лучах, например в спектральной линии паров кальция, который имеется почти во всех солнечных факелах.

Действие этого прибора заключается в том, что мы как бы фотографируем Солнце через стекло, которое пропускает только лучи кальция, а все другие—поглощает. Через такое стекло мы бы получили на пластинке только те места фотосферы, которые излучают лучи кальция. Так как изготовление такого стекла очень трудно, или почти совсем невозможно, то эти снимки делают при помощи большого спектроскопа с фотографическим приспособлением, установленного своею целью на линию кальция.

Через эту щель продвигают постепенно изображение Солнца и снимают его на фотографическую пластинку. Так как эта линия в солнечном спектре темная, то на фотографической пластинке получаются одно за другим только те места фотосферы, которые

дают яркую линию паров кальция. Проведя, таким образом через эту щель весь диск Солнца, мы на фотографической пластинке получим изображение всего Солнца в лучах кальция (рис. 3).

Первый, кому удалось такие снимки ярких облаков кальция, которые очень похожи на солнечные факелы, и, наверное, представляют явления такого же порядка, был Гэль в Чикаго. На многих observa-

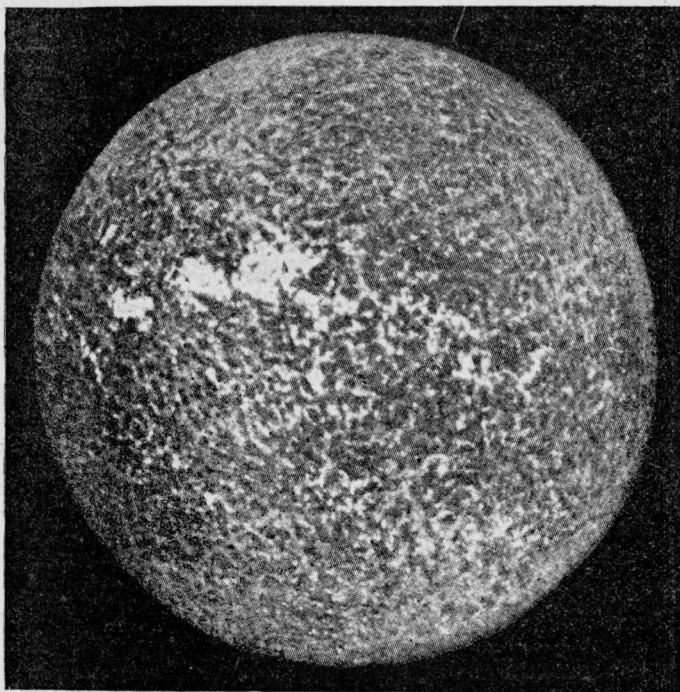


Рис. 3. Снимок Солнца в лучах кальция.

ториях, в особенности на солнечной обсерватории в Медоне близ Парижа, на солнечной обсерватории Вильсона в Америке и на многих других—теперь почти ежедневно производятся снимки Солнца в различных спектральных линиях, например в лучах кальция или водорода.

Те части солнечного диска, на которых эти газы особенно накалены, выходят на фотографиях как яркие хлопья, и поэтому их можно исследовать в связи с солнечными пятнами. Таким образом, оказалось, что взрывы паров кальция происходят на Солнце как раз больше всего в тех областях, где наибольшие скопления солнечных пятен. Следовательно, между силами, порождающими факелы и пятна, существует внутренняя связь.

Принято считать, что солнечные факелы — это возвышенности, а солнечные пятна — наоборот — углубления фотосферы. Это мнение основывается на том наблюдении, что пятна на краю солнечного диска производят впечатление тарелкообразного или воронкообразного углубления. Хотя это наблюдается в большинстве случаев, все же бывает, что нельзя сказать определенно, находится ли пятно выше или ниже фотосферы. И то же самое нельзя сказать про факелы.

Позднее мы увидим, что фотосфера представляет из себя оболочку, толщиной в 100 или больше километров. Пятна — это более холодные ее части, факелы — более горячие; но установить с полной уверенностью точное положение этих образований внутри фотосферы в настоящее время еще нельзя; можно только предполагать, что оно подвержено колебаниям.

5. Протуберанцы, хромосфера и корона.

Протуберанцы представляют в высшей степени странное явление на Солнце (см. рис. 15). Это — огромные массы светящихся и накаленных паров, которые извергаются со страшной скоростью с поверхности Солнца. Протуберанцы имеют такую громадную величину, что Земля исчезла бы в них, как песчинка в пламени свечи. Как и солнечные факелы, протуберанцы особенно многочисленны в местах скопления солнечных пятен; но они попадают также и вне этих областей.

Яркое сияние вокруг Солнца, которое происходит от отражения солнечного света в земной атмосфере, делает протуберанцы совершенно невидимыми даже при пользовании телескопом. Еще 50 лет тому назад только полные солнечные затмения давали единственную возможность наблюдать протуберанцы.

Протуберанцы можно разделить на две группы: на вулканические и на облакообразные протуберанцы. Вулканические протуберанцы вздымаются, как гигантские снопы пламени, чаще всего во все стороны от Солнца. Облакообразные же протуберанцы представляются спокойно висящими над Солнцем, как облака в воздухе. Иногда наблюдается, что эти протуберанцы находятся на необычайной высоте над Солнцем. Так, в 1919 и 1920 годах наблюдались протуберанцы, у которых расстояние отдельных облаков от поверхности Солнца достигало от 700.000 до 800.000 километров перед самым моментом их распада. Это расстояние соответствует более чем половине солнечного диаметра и почти двойному расстоянию от Луны до Земли.

Спектральный анализ доказывает, что протуберанцы состоят, главным образом, из водорода, который смешан с парами кальция и гелия. Их голубовато-красный цвет зависит, главным образом, от водорода. Дальнейшие наблюдения над протуберанцами установили связь этих образований с той тонкой оболочкой газов, которая окружает фотосферу и как бы покоится на ней. Этот слой газов

называется хромосферой, из-за своего красного цвета, похожего на цвет протуберанцев. Как и протуберанцы, хромосфера обязана своим ярким блеском, главным образом, водороду. Кроме водорода, в хромосфере имеются еще и другие газы и пары металлов.

Начиная с солнечного затмения 1868 г., получили возможность во всякое время наблюдать и фотографировать хромосферу и протуберанцы в спектроскоп. Это памятное затмение произошло 18 августа 1868 г.; особенно хорошо удалось его наблюдать в Индии. Полоса полного солнечного затмения тогда была шириною в 200 с лишним километров, а само затмение продолжалось больше 6 минут.

Франция отправила знаменитого Жансена, уже тогда одного из лучших ее астрофизиков, чтобы он произвел спектроскопические наблюдения этого затмения. Эти наблюдения тотчас же обнаружили, что красные протуберанцы, состав которых не могли разгадать в течение двух столетий, представляют из себя гигантские массы пылающего водорода. Когда Жансен, при этом, открыл цель своего спектроскопа, ему удалось заметить появившийся как раз в этот момент протуберанец в его истинном виде.

Жансен продолжал это наблюдение и после того, как полное затмение закончилось и когда Солнце полностью засияло на небе. Так было сделано это великое открытие. Таким образом, при помощи спектроскопа можно во всякое время наблюдать протуберанцы, которые до этого времени наблюдались только во время полных солнечных затмений. Для этих наблюдений протуберанцев в спектроскоп должна быть только ясная погода и Солнце должно высоко стоять на небе.

По случайному совпадению, то же открытие, совершенно независимо и помимо наблюдения Жансена, было сделано в Лондоне. Когда Жансен поехал в Индию для наблюдения затмения 1868 г., известный английский физик Локиер сделал попытку непосредственно получить в спектроскопе светлые линии протуберанцев. Только 20 октября, через 2 месяца после затмения в Индии, ему удалось получить подходящий для этого спектроскоп. Тогда Локиер обнаружил, что в спектроскопе действительно видны линии протуберанцев, а при достаточно открытой щели—и вид самих протуберанцев.

Благодаря случайному совпадению, донесение Жансена о затмении и сообщение Локиера о его собственном открытии дошли до Французской Академии Наук одновременно, Академия в память этого события выбила медаль, на которой можно видеть два изображения рядом: Жансена и Локиера. С тех пор на многих обсерваториях ведутся правильные ежедневные наблюдения солнечных протуберанцев. Наблюдения эти зарисовываются или фотографируются спектрогелиографом.

Хромосфера с протуберанцами заключена снаружи еще в одну замечательную оболочку из газов, которая называется короной. Корона

пока наблюдалась только при полных солнечных затмениях. Она распространяется от Солнца в виде сияния во все стороны.

Лучи этого сияния часто бывают длиннее солнечного диаметра. Так как наблюдать солнечную корону приходится редко, то ее состав и отношение к Солнцу еще недостаточно выяснены. В главе о солнечных затмениях будут даны более подробные объяснения солнечной короны

6. Состав и плотность Солнца.

Здесь мы еще раз подведем итоги нашим современным знаниям о Солнце.

Поверхность Солнца, фотосфера, которая заключает в себе невидимое солнечное ядро, по всей вероятности, является оболочкой из газов. Внутри этой оболочки носятся более или менее светящиеся сгущенные пары, которые вызывают появление пятен, грануляции и факелов. Верхние слои фотосферы, которые больше всего охладились, вероятно дают темные линии солнечного спектра. Над фотосферой находится, состоящая, главным образом, из водорода, хромосфера, из которой извергаются пламенные языки протуберанцев. Наконец, над хромосферой и протуберанцами простирается далеко во вселенную корона.

Это и есть те подробности, которые мы воспринимаем при непосредственном наблюдении Солнца. Что же известно теперь об истинном составе Солнца? Прежде всего, солнечное ядро—это твердая, жидкая или газообразная масса?

Что Солнце, каким мы его видим на небе, не твердое тело, доказывается уже особенностями его изменчивого вращения вокруг своей оси. Солнце не может быть и жидким, в обычном смысле этого слова, как расплавленный металл, потому что оно излучает со своей поверхности такое количество тепла во вселенную, что, находясь в жидком состоянии, оно бы быстро охладилось и в скором времени отвердело. Поэтому вот уже 40 лет, как астрономы полагают, что внутренность Солнца—это газообразная масса, которая под колоссальным давлением верхних слоев Солнца сжалась до плотности густой жидкости.

Кроме того, раньше думали, что фотосфера является чем-то в роде твердой коры. Это воззрение на фотосферу, однако, уже теперь отброшено, потому что очень многие данные говорят против существования какой-либо твердой массы на Солнце.

Были сделаны также многие попытки определить хотя бы приблизительно температуру Солнца. Без сомнения, жар нашего центрального светила превосходит всякую температуру, которую мы могли бы искусственно получить на Земле, и даже температуру электрической печи, которую можно довести до 3.500 градусов. С другой стороны, раньше имели преувеличенное представление о температуре Солнца, которую оценивали в миллионы градусов.

Определение температуры Солнца может идти по разным путям. С одной стороны, может быть измерено все излучение Солнца и отсюда найдена температура Солнца; с другой стороны, может быть исследована кривая изменения энергии солнечного спектра.

На основании подобных, чисто физических, исследований, которые опираются на связь между температурой и излучением, можно с полной достоверностью принять в настоящее время, что средняя температура фотосферы Солнца недалеко от 6.000 градусов.

Эта температура так высока, что все тела на Солнце находятся в жидком и газообразном состоянии, а чем глубже на Солнце мы проникаем, тем больше увеличивается его жар: с каждым километром вглубь Солнца температура его поднимается на сотни градусов. Таким образом, газы внутри Солнца подвергаются действию двух противоположных сил: расширению от высокого нагревания и сжатия от огромного давления верхних слоев, вызванного колоссальной силой тяготения на Солнце.

Постоянное уравнивание этих сил очень трудно представить себе наглядно и просто. Может быть, удачным примером будет сравнение силы раскаленных газов на Солнце со взрывом заряда пороха при залпе 40-сантиметрового орудия. Для этого надо вообразить себе, что на каждой точке Земли поставлено по такой пушке; все дула их направлены вверх, и из всех пушек выстрелили разом! Однако, залп всех этих пушек, по сравнению с тем, что происходит на Солнце, будет звучать как щелканье детского пистолета по сравнению с гулом современного орудия!

Астрономам удалось определить, кроме расстояния и размеров Солнца, еще вес и среднюю плотность его, т.-е. отношение веса Солнца к весу воды в том же объеме. Согласно этих исследований, плотность Солнца равняется приблизительно $\frac{1}{4}$ плотности Земли или в 1,41 раза больше плотности воды. Масса или вес Солнца приблизительно в 330.000 раз больше массы Земли. Если бы мы могли очутиться на Солнце, то средний человек весил бы там почти 2.000 килограммов. Таким образом, на Солнце человек был бы раздавлен собственным весом.

7. Сохранение солнечного тепла.

Исходя из практических соображений, можно считать, что важнейшей задачей изучения физики Солнца является вопрос о сохранении солнечного тепла. Пока законы учения о теплоте еще не были полностью известны, казалось, что этот вопрос не представляет затруднений. В настоящее же время, однако, твердо установлено, что теплота может образоваться только при израсходовании какой-либо другой энергии. Так как запасы солнечной энергии не могут быть неогра-

ниченными, то и излучение тепла Солнцем должно постепенно убывать и в конце концов совершенно прекратиться.

Чтобы вычислить степень возможного охлаждения Солнца на ближайшие десятилетия или столетия, нужно прежде всего найти способ, который твердо установил бы количество излучаемой Солнцем в настоящее время теплоты. Способ такого измерения состоит в следующем.

Берут плоский сосуд с ровным дном, глубиною в один сантиметр, и наполняют его доверху водою. Потом этот сосуд устанавливают в ясную погоду на высокой горе под отвесно падающие солнечные лучи. Тогда мы получим, что тепла, излучаемого Солнцем, достаточно, чтобы в 1 минуту нагреть этот слой воды на 2 градуса.

Представим себе теперь тонкий шарообразный сосуд с водою, толщина слоя которой равна 1 сантиметру; радиус этого шара равен радиусу земной орбиты. В центре этого сосуда представим себе Солнце. Тогда внутренняя поверхность этого полого шара нагреется на 2 градуса с только что упомянутой скоростью, т.-е. в 1 минуту. То количество теплоты, которое на это потребуется, представляет из себя всю ту сумму тепла, которое Солнце излучает в 1 минуту. Таким образом, мы можем всегда ясно представить себе, сколько тепла излучает Солнце в течение одной минуты, одного дня или одного года.

Мы уже упомянули, что, если бы Солнце было раскаленным до-бела твердым шаром, оно бы охладилось так быстро, что его теплоты хватило бы лишь на несколько веков. В действительности же, солнечного тепла хватит по всей вероятности еще на миллионы лет. Откуда же происходит возмещение этой убыли солнечного тепла? В настоящее время нельзя еще дать исчерпывающий ответ на этот вопрос. Правда, современное состояние науки позволяет нам утверждать с некоторой вероятностью, что излучаемая Солнцем теплота возмещается вследствие постепенного уменьшения его объема; кроме того, задержка в движении частиц Солнца, а также и радиоактивный распад вещества на Солнце производят это тепло.

Действительно, все мы знаем, что орудийный снаряд, попадающий в броневую плиту броненосца, нагревает броню и сам нагревается точно так же, как кузнец быстрыми ударами молота может нагреть кусок железа. Само собою понятно, что этот закон обращения движения в тепло применим ко всем веществам как к жидким, так и к газообразным. Наблюдается, например, что вода Ниагарского водопада, низвергаясь со скалы, у подножия ее нагревается приблизительно на $\frac{1}{4}$ градуса.

Теперь мы можем уже легко уяснить себе сохранение солнечной энергии. Теплота нашего центрального светила излучается из материи, которая все время выбрасывается изнутри Солнца на его поверхность; здесь она отдает свой жар и, охлажденная, снова погружается

внутри Солнца. Теплота, которая получается в результате этого обратного движения материи, а также в результате медленного, но постоянного уменьшения диаметра Солнца, по всей вероятности и сохраняет излучающую силу Солнца.

Может показаться на первый взгляд почти невероятным, что все то огромное количество теплоты, которое сохранялось на Солнце в течение миллионов лет, имеет своим источником такие причины. Между тем, точное изучение силы тяготения на поверхности Солнца дает нам возможность привести даже точные вычисления, подтверждающие вышеизложенную теорию.

Найдено, что для поддержания неизменного количества солнечного тепла вполне достаточно, чтобы диаметр Солнца уменьшался в столетие на 6 километров. Это сжатие Солнца, однако, так ничтожно, что при самых точных измерениях диаметра Солнца с Земли это уменьшение можно было бы заметить только через тысячелетия. Но и процесс взаимного притяжения должен когда-нибудь прийти к концу. Поэтому, если наши воззрения правильны, солнечная энергия должна когда-нибудь иссякнуть. Когда именно это произойдет, нельзя сказать определенно; мы можем только утверждать, что процесс охлаждения Солнца будет продолжаться несколько, если только не очень много, миллионов лет.

Из только что изложенного предположения следует, что Солнце в прежние времена было больше. Быть может, существовали даже такие времена, когда величина Солнца равнялась величине всей солнечной системы. Тогда, и позднее, Солнце представляло из себя огромную туманность, и полагают, что вся солнечная система возникла из взаимного притяжения и вращения такого тумана. Это предположение, выставленное Кантом и Лапласом, известно под названием теории Канта-Лапласа.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

ЛУНА.

Луна, без сомнения, наиболее исследована из всех небесных тел. Целый ряд фактов, касающихся ее движения и ее меняющегося вида, вследствие разного освещения ее Солнцем, известны каждому. Можно заранее сказать, что читатель знает о факте месячного оборота Луны вокруг Земли; он знает также, что Луна шар и что происходят периодические изменения вида Луны в зависимости от положения Луны по отношению к Солнцу.

1. Величина и движение Луны.

Различные, известные еще с очень древних времен, способы определения расстояния Луны от Земли дали следующий результат: Луна, в среднем, удалена от центра Земли на расстояние, равное почти 60 земным радиусам или 384.750 километрам.

Путь движения Луны вокруг Земли лежит почти в плоскости земной орбиты¹ и имеет вид эллипса², так что расстояние Луны от Земли не всегда одинаковое. Иногда это расстояние прибли-

зительно на 20.000 километров меньше, иногда на столько же больше среднего расстояния (384.750 км.).

Диаметр Луны равен 3.480 километрам, так что он немного больше четверти земного диаметра (см. рис. 4). Если не обращать внимания на возвышенности, имеющиеся на лунной поверхности, то самыми тщательными измерениями нельзя установить ни малейшего отклонения Луны от шаровидной формы.



Рис. 4. Сравнительная величина Земли и Луны.

Луна сопровождает Землю в ее движении вокруг Солнца. На первый взгляд связь этих двух движений кажется несколько запутанной, но на самом деле выяснить эту связь не представляет никаких трудностей. Мы можем наглядно представить себе это двойное движение. Например, вообразим себе, что по середине одного из вагонов мчащегося поезда железной дороги поставлен стол, вокруг которого все время ходит один из пассажиров. Пусть этот стол будет изображать собою Землю, движущуюся по своей орбите, тогда этот пассажир будет изображать собою Луну при ее движении вокруг Земли.

Действительный оборот Луны вокруг Земли продолжается 27 суток 8 часов, а промежуток времени от одного новолуния до другого содержит 29 суток 13 часов. Эта разница происходит от движения Земли вокруг Солнца. На рис. 5 дуга *AB* изображает часть земной орбиты. В определенный момент Земля будет находиться в точке *З*, а Луна в точке *Л* между Землей и Солнцем.

Через 27 суток 8 часов Земля перейдет из точки *З* в точку *К*, Луна же за это время совершит полный оборот вокруг Земли в на-

¹ Орбита—путь движения.

² Эллипс—кривая, похожая на сплюснутый круг.

правлении, указанном стрелкой, и достигнет точки *М*. Линия *ЕМ* станет параллельной линии *ЗД*, поэтому Луна будет видна на небе на том же месте между звезд, что и раньше. Но так как Солнце находится теперь в направлении *КС*, то Луна должна еще продолжать свое движение, чтобы стать в то же положение по отношению к Солнцу. На это Луне еще потребуется больше 2 суток, а поэтому промежутков времени между двумя последовательными новолуниями будет длиннее,—он будет равен $29\frac{1}{2}$ суток.

Вращение Луны вокруг своей оси представляет также интересное явление. Каждый, кто внимательно наблюдал это небесное тело, знает, что оно всегда имеет один и тот же вид. Иными словами, Луна всегда поворачивает нам одну и ту же свою сторону. Из этого вытекает, что Луна вращается вокруг своей оси в тот же промежуток времени, в который она совершает свой путь вокруг Земли.

2. Изменение фаз Луны.

Разные фазы Луны непосредственно связаны с положением Луны относительно Солнца. Так как Луна — шар, не имеющий собственного света, то мы видим его лишь настолько, насколько его освещает Солнце. Если Луна при своем движении становится между Землей и Солнцем, то к нам бывает обращено ее темное полушарие; это — новолуние. Тогда

Только через 2 или 3 дня после новолуния мы можем увидеть в ясные сумерки небольшую часть Луны в виде узкого серпа. В это время и еще несколько дней спустя можно увидеть в ясную погоду и остальную часть лунного диска. Не освещенная Солнцем часть Луны кажется нам тогда слабо светящеюся, как бы сероватого цвета.

Этот лунный свет, называемый пепельным светом Луны, является отражением от Луны отраженных Землею солнечных лучей. С движением Луны дальше этот пепельный свет будет все бледнеть

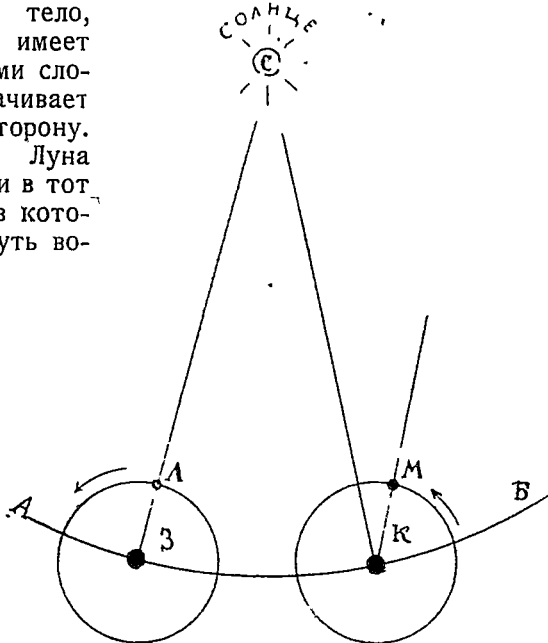


Рис. 5. Движение Луны вокруг Земли и вокруг Солнца.

и исчезнет приблизительно в момент первой четверти, что происходит вследствие более сильного блеска освещенной части Луны.

Почти через $7\frac{1}{2}$ суток после новолуния Луна достигает своей первой четверти, и мы видим тогда как раз половину обра-

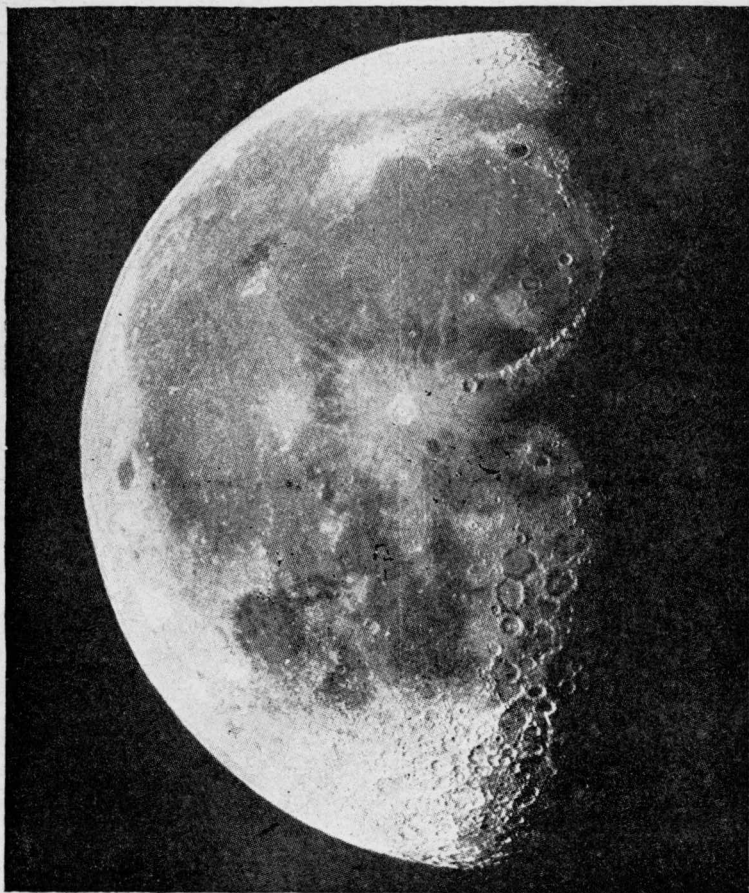


Рис. 6. Фотография Луны незадолго до последней четверти.

щенного к нам полушария Луны. В конце второй недели Луна стоит как раз против Солнца, так что мы видим тогда все полушарие Луны в виде круглого светлого диска. Это—полнолуние

По истечении третьей недели будет видна левая половина лунного диска. Это—третья или последняя четверть. Затем Луна идет дальше на убыль до новолуния. Нужно еще заметить, что

прибывающий серп Луны можно видеть только по вечерам, а убывающий—только в утренние часы.

Мы могли бы, собственно говоря, считать фазы Луны общеизвестным явлением и совсем не касаться их здесь, но приходится, к сожалению, констатировать в нашей литературе и живописи большое невежество в области этих простых явлений. Можно видеть картины, на которых сияют звезды между двумя рожками серпа Луны, как будто бы между ними есть пустое пространство. Во многих литературных произведениях и на картинах ландшафтов помещают прибывающий серп Луны на восточном крае неба, а полную Луну—в сумерки на западном небе.

Очень часто астроному предлагают вопрос: почему полная Луна стоит зимой так высоко, а летом так низко? После того, что мы узнали о движении Луны, это, собственно говоря, само собою понятно. Если смотреть на Луну с Земли, то полная Луна стоит как раз напротив Солнца. Так как Луна движется почти в той же плоскости, что и Земля, т.-е. по небу между созвездиями зодиака, то Луна должна зимой стоять там, где Солнце находится летом, и наоборот. А летом Солнце стоит высоко, поэтому ночная Луна зимой должна стоять высоко на небе.

Нужно еще прибавить, что смена фаз Луны служила человеку в древности мерой времени. Даже теперь некоторые согласуют свои жизненные привычки с изменением фаз Луны и ошибочно думают, что эти изменения влияют на погоду. От этого ложного взгляда нужно теперь отказаться.

3. Устройство поверхности Луны.

Уже простым глазом можно заметить, что на лунной поверхности есть светлые и темные пятна. Их сочетания иногда кажутся смутно похожими на человеческое лицо, при чем особенно заметны нос и глаза. Поэтому и в народе часто говорят о «человеке на Луне».

Но уже самый слабый телескоп обнаруживает на поверхности Луны огромное количество подробностей, которые совершенно уничтожают это впечатление. Чем сильнее телескоп, тем больше подробностей мы видим на поверхности нашего спутника.

Самым интересным на лунной поверхности являются особого рода возвышенности и углубления. Особенно хорошо они видны во время первой четверти, потому что тогда они отбрасывают от себя длинные тени, придающие им необыкновенно рельефный вид. В полнолуние нельзя так хорошо различить их форму, потому что они освещаются тогда отвесными лучами Солнца и совершенно не отбрасывают тени. Хотя эти возвышенности и углубления обычно называются горами и долинами, но все же они по своей форме совершенно отличны от горных хребтов Земли. Напротив того, они имеют большое сходство с кратерами наших вулканов.

Наиболее часто встречающаяся форма образований на Луне—это кольцевая гора—кратер. Это образование представляет собой круглый вал, идущий почти всегда по кругу с диаметром в несколько километров. Дно такого кратера обычно плоское, и как раз посредине его часто возвышается один маленький конус или целая группа гор. Из чего состоят эти валы и центральные горы—неизвестно. По всему вероятно, эта в высшей степени суровая поверхность Луны состоит из каменных пород, в роде шлака или пемзы.

В самый сильный телескоп мы можем различать на поверхности

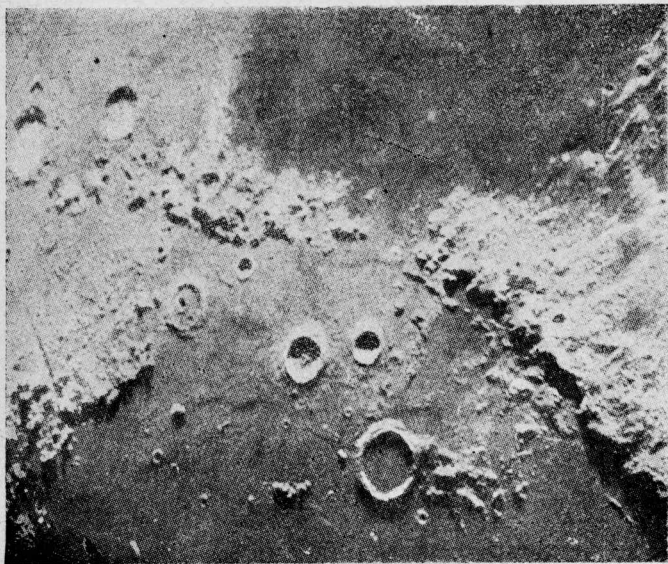


Рис. 7. Аппенины. Кратеры: Архимед, Аристилл и Автолик и море дождей.

Луны только те предметы, диаметр которых не меньше 100 метров; поэтому предметы на поверхности Луны, меньшие 100 метров, нам уже не видны.

Напротив, определение высоты лунных гор и диаметра кратеров не представляет для астрономов никаких затруднений. Высоты гор определяются

по длине тени, и принимая во внимание положение Солнца над соответствующим местом поверхности Луны. Диаметры кратеров определяются измерением угла, под которым они видны с Земли. Таким образом, нам вполне теперь известно, что многочисленные горы на поверхности нашего спутника поднимаются на высоту от 8.000 до 9.000 метров над средним уровнем поверхности Луны и что кратеры с диаметром от 100 до 200 километров там обычное явление.

Первые наблюдатели Луны в телескоп полагали, что темные части Луны—это моря, более светлые—материки. Этим воображаемым морям дали названия: море дождей, море бурь, море веселья, море кризисов и т. д. Эти во многих случаях фантастические и прежде

истории развития нашего спутника. Действительно, часто на больших, наполовину распавшихся, кратерах мы находим меньшие кратеры, которые образовались безусловно значительно позднее.

Кроме того, наблюдаются трещины на поверхности Луны, которые пересекают более старые горные образования. Сто лет тому назад В. Гершель считал, что на Луне еще существует действующий вулкан, за который он принял очень светлый кратер на темной части Луны. Теперь разгадали эту загадку и знают, что это явление можно наблюдать всегда в одно и то же время. Это явление зависит только от земного света, отраженного в данном случае особенно светлой точкой на лунной поверхности, а именно кратером Аристарха.

4. Условия жизни на Луне.

Чтобы установить, населено ли какое-нибудь небесное тело живыми существами, нужно предварительно решить вопрос о наличии воздуха и воды на этом небесном теле. Относительно Луны на этот вопрос, при современном состоянии науки, можно ответить только отрицательно.

Само собою понятно, это не должно означать, что на Луне не существует ни капли влаги и ни малейшего следа воздуха. Мы можем только сказать, что если Луна имеет атмосферу, то слой ее так тонок, что мы не можем привести никаких доказательств за ее существование. Если бы эта атмосфера Луны имела плотность, равную хотя бы одной сотой плотности земной атмосферы, то мы бы ее давно заметили вследствие преломления лучей света от звезды, стоящей как раз у края Луны. Но до сих пор еще не обнаружено никакого намека на такое преломление лучей.

Если на Луне существует вода, то она должна быть скрыта в невидимых скважинах или же она просочилась внутрь. В противном случае вода бы испарилась и в большей или меньшей степени способствовала бы образованию туманов или атмосферы из водяных паров. То же самое, конечно, относится и к воде в форме льда. И лед и снег испаряются под влиянием солнечных лучей; поэтому немыслимо как в физическом, так и в астрономическом отношении считать Луну огромным ледником.

Эти соображения непосредственно связаны с важным вопросом о жизни на Луне. Жизнь, как она существует на нашей Земле, требует по крайней мере воды, а для всех более высоких форм развития животного и растительного царства—также и воздуха. Из этого следует, что жизнь при тех же условиях, которые обуславливают ее на Земле, на Луне невозможна.

Полное отсутствие воздуха и воды предполагает такое состояние поверхности Луны, какого мы не знаем на Земле. Насколько известно из всех сделанных по сие время, частью очень тщательных, исследований, на поверхности Луны не происходит никаких, даже самых ничтожных, изменений. Камень, который лежит на Земле, постоянно

подвергается действию перемены погоды; с течением времени он мало-по-малу распадается, и его частицы уносятся ветром и водой. На Луне же нет никакой перемены погоды, и скала на Луне на вечные времена будет лежать на одном и том же месте, не подвергаясь никаким влияниям извне.

Поверхность Луны сильно нагревается, пока ее освещает Солнце, и охлаждается, когда наступает ночь на Луне. От этого происходят огромные колебания температуры, которая ничем не смягчается из-за отсутствия атмосферы. Нигде на всей поверхности Луны, насколько нам известно, не происходит никаких изменений. Вечный покой: ни ветра, ни звука—все мертво кругом. Вот что мы имеем на поверхности Луны.

Невольно является вопрос: может быть, раньше на Луне были и воздух и вода? Так как мы нигде на Луне не находим каких-либо следов атмосферического выветривания, следов русла реки, морских берегов, то это говорит нам против предположения воды и воздуха в прежние времена на Луне. Кроме того, есть и теоретическое доказательство этого. Оно заключается в том, что сила притяжения на Луне недостаточна для того, чтобы удерживать длительное время атмосферу из азота и кислорода. Поэтому считают, что при возникновении Луны, а также позднее, при образовании лунных кратеров, огромное действие оказывала выступающая из трещин жидкая масса Луны, а атмосфера Луны очень быстро исчезла с Луны и рассеялась в мировом пространстве.

5. Приливы и отливы.

Кто побывал как-нибудь на берегу открытого моря, тот, наверное, знает про под'ем и падение воды, которые мы называем приливом и отливом. Это явление бывает, в среднем, каждые сутки на $\frac{3}{4}$ часа позднее, чем оно было накануне, и имеет связь с видимым суточным движением Луны. Если, например, сегодня большой под'ем воды при определенном положении Луны на небе, то опять будет такой же большой под'ем воды, когда Луна снова будет находиться поблизости от этого прежнего положения на небе. Из этого следует, что прилив и отлив суть явления, находящиеся в зависимости от Луны, а именно от притяжения Луною воды океанов.

Действительно, Луна стремится поднять воду на той части Земли, которая обращена к Луне. Каждые сутки бывают два прилива, один—на обращенной к Луне части Земли и другой—на противоположной стороне. Это происходит из-за того, что Луна притягивает не только массы воды на Земле, но и самую Землю. По законам тяготения, это притяжение уменьшается с увеличением расстояния; поэтому Луна притягивает обращенную к ней часть Земли сильнее, чем центр Земли. А центр Земли в свою очередь притягивается Луной сильнее, чем противоположное полушарие Земли.

Так как расстояние до Луны сравнительно мало, то это различие в притяжении обращенной к Луне части Земли и центра Земли выступает очень сильно. Хотя это притяжение Луною само по себе незначительно и не в состоянии поднять даже ничтожного количества воды, но различие в притяжении Луною воды с поверхности Земли или центра Земли очень велико.

Таким образом, прилив зависит не от величины силы притяжения Луною, а от разницы сил притяжения Луною поверхности и центра Земли. Поясним это на следующем рисунке.

На рис. 9 буквы *Н*, *С* и *А* изображают три точки Земли, подвергающиеся притяжению Луны. Так как Луна притягивает точку *С*

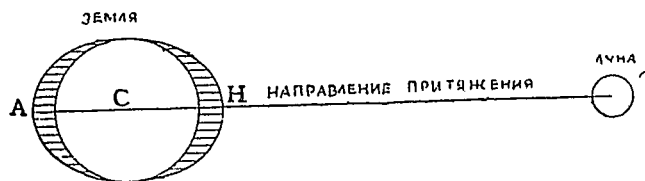


Рис. 9. Образование прилива и отлива.

сильнее чем *А*, то точка *А* отстает. С другой стороны, точка *Н* притягивается Луною сильнее, чем точка *С*, поэтому вода в точке *Н* поднимается. Если бы

вся Земля была жидкой, то она вытянулась бы вследствие этого притяжения Луны, как это показано на рисунке 9. Но так как Земля — твердое тело, то она не может заметно изменить свою форму, и только подвижные водные оболочки Земли — океаны и моря, подчиняются этому притяжению и перемещаются по земной поверхности, образуя приливы и отливы. Таким образом, в точках *Н* и *А* будет прилив.

На основании вышеуказанного можно предполагать, что прилив всегда наблюдается в то время, как Луна стоит на меридиане, а отлив, когда Луна находится у горизонта. Но это не вполне так, потому что движение приливной волны задерживается материками и неровностями почвы. Таким образом происходит задержка в наступлении прилива и отлива против прохождения Луны через меридиан в различных местах Земли различно. Эта разница достигает иногда нескольких часов. Зная ее, можно по наблюдению движения Луны предсказать начало и конец прилива и отлива.

Рассмотрим теперь влияние притяжения Солнца на водные массы Земли. Так как притяжение Земли Солнцем во много раз превосходит лунное притяжение, то возникает вопрос, почему же не бывает подъема воды в полдень и в полночь? Фактически Солнце, как и Луна, производит приливы и отливы, но Солнце находится от Земли на расстоянии в 400 раз больше, чем Луна; поэтому нет такой разницы в притяжении Солнцем точек *А*, *С* и *Н* (см. рис. 9).

Таким образом, прилив от притяжения Солнца значительно меньше, чем лунный прилив. Но в новолуние и полнолуние Солнце и Луна

6. Лунные затмения.

Читатель, без сомнения, знает, что лунное затмение происходит оттого, что Луна входит в тень от Земли, а солнечное затмение—оттого, что Луна проходит между Землею и Солнцем и закрывает собою солнце. Рассмотрим теперь эти интересные явления и познакомимся с законами, по которым они происходят.

Прежде всего интересно знать, почему лунное затмение происходит не в каждое полнолуние,—ведь тень от Земли всегда должна лежать в направлении противоположном Солнцу. Это происходит оттого, что Луна обыкновенно проходит над или под тенью от Земли и поэтому, конечно, не затемняется. Действительно, путь Луны лежит не совсем в плоскости земной орбиты, в которой движется Земля и в которой всегда должна находиться ось земной тени; путь Луны наклонен к плоскости земной орбиты под углом в 5 градусов. Поэтому, при движении Луны вокруг Земли, Луна может проходить иногда выше, а иногда ниже земной тени и не попадать в нее.

Тень от Земли представляется в виде конуса (см. рис. 10). На расстоянии Луны диаметр земной тени содержит приблизительно $\frac{3}{4}$ земного диаметра, т.-е. около 10.000 км. Так как ось земной тени лежит в плоскости земной орбиты, то сама тень простирается только на 5.000 км. над и под эту плоскость. По этой причине Луна может встретиться с тенью от Земли только тогда, если во время полнолуния ее расстояние от плоскости земной орбиты не будет больше 5.000 км. Это есть необходимое условие для того, чтобы вообще произошло лунное затмение.

Когда все тело Луны попадает в тень Земли, затмение называется полным; если же затемняется только часть Луны, оно называется частным или неполным.

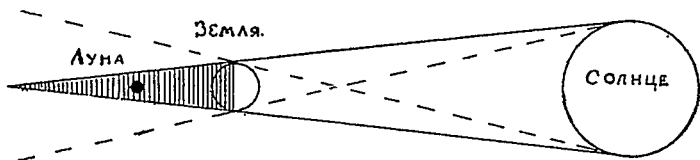


Рис. 10. Луна в тени Земли во время полного лунного затмения.

Вообще бывает ежегодно 2—3 лунных затмения; из них одно, большею частью, полное.

Если мы будем наблюдать Луну с начала затмения, то мы заметим, как постепенно Луна начинает тускнеть на восточном своем крае.

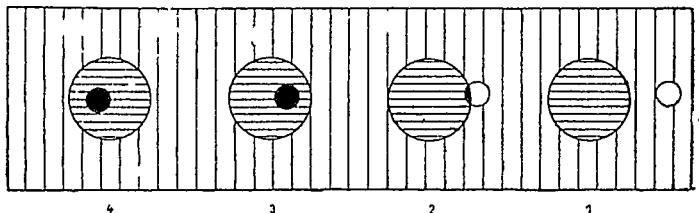


Рис. 11. Прохождение Луны через земную тень во время полного лунного затмения.

Однако Луна не делается совершенно черной и невидимой в момент полного лунного затмения. Луна продолжает сиять очень слабым светом. Это сияние какого-то мутно-красного цвета; оно происходит от преломления лучей земной атмосферой. Солнечные лучи, проходящие через земную атмосферу, вследствие преломления отклоняются ею в тень Земли и освещают темный диск Луны мутно-красным светом. Этот мутно-красный цвет того же происхождения, что и окраска Солнца при закате. В этих случаях происходит поглощение зеленых и голубых лучей земной атмосферой.

Лунное затмение совершенно другого характера, чем солнечное затмение.

Лунное затмение можно всегда наблюдать в один и тот же момент на всем полушарии Земли, с которого как раз в это время видна Луна. Между тем солнечное затмение в особенности, полное, видно только на небольшом участке земной поверхности.

При полном лунном затмении, кроме того наблюдается следующее интересное явление: в это время можно видеть Луну на восточном горизонте уже тогда, когда Солнце еще не зашло на западе. Таким образом, мы наблюдаем лунное затмение в то время, как Луна как будто непосредственно освещается Солнцем. Причина этого кажущегося противоречия заключается в том, что из-за преломления лучей в земной атмосфере мы видим Луну и Солнце над горизонтом, хотя на самом деле они находятся под горизонтом.

7. Солнечные затмения.

Если бы путь Луны лежал точно в плоскости земной орбиты, то Луна закрывала бы солнечный диск каждое новолуние, т.-е. в каждое новолуние было бы солнечное затмение. Но из-за того, что

Луна движется не в плоскости земной орбиты — солнечные затмения происходят только тогда, когда Луна во время новолуния находится недалеко от плоскости земной орбиты. Мы знаем, что диаметр Солнца превосходит диаметр Луны чуть ли не в 400 раз.

Но Солнце удалено от нас на расстояние тоже в 400 раз большее, чем Луна. Отсюда следует, что оба эти тела кажутся нам почти одинаковыми по величине.

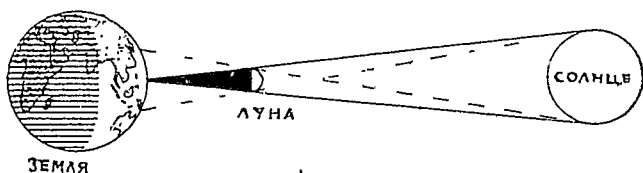


Рис. 12. Полное солнечное затмение.

Но из-за того, что орбиты и Земли и Луны не суть точные круги, а эллипсы, — Луна иногда кажется несколько больше Солнца иногда же, наоборот, меньше Солнца.

В первом случае Луна может совершенно закрыть Солнце, во втором — не может.

Главное отличие лунного затмения от солнечного, на что мы уже указывали, состоит в том, что лунное затмение везде, где его вообще можно видеть, протекает одинаково, между тем как солнечное затмение находится в полной зависимости от положения места наблюдения на земной поверхности.

Чтобы видеть центральное солнечное затмение, наблюдатель должен находиться как раз в том месте, через которое проходит линия, соединяющая Солнце и Луну. Если тогда видимая величина Луны превосходит видимую величину Солнца, то Луна полностью закрывает Солнце, и произойдет полное солнечное затмение. Если же, наоборот, видимая величина Солнца больше, чем видимая величина Луны, то в момент центрального затмения узкое светлое кольцо будет окружать темный диск Луны, и будет наблюдаться тогда так называемое кольцеобразное солнечное затмение (см. рис. 13 и 14).

Тень от Луны чертит вследствие движения Земли и Луны кривую линию по земной поверхности. Эта кривая линия называется полосой центрального солнечного затмения. Положение ее на земной по-

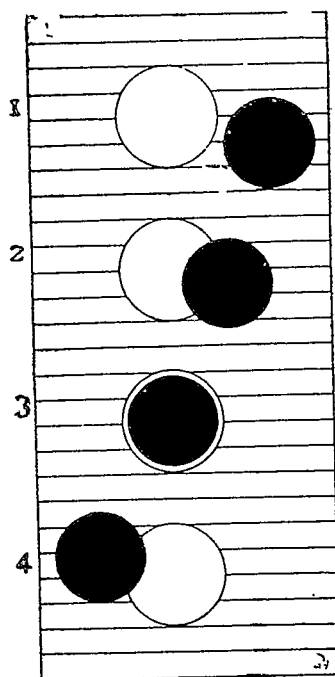


Рис. 13. Прохождение Луны перед Солнцем во время кольцеобразного солнечного затмения.

верхности астрономы умеют заранее определять и обозначать на карте.

Такие карты опубликовываются в астрономических ежегодниках. Центральное затмение, полное или кольцеобразное, может наблюдаться только в местах, лежащих на этой полосе, которая бывает шириной не более 100 километров. Вне этой полосы затмение наблюдается только как частное, т.-е. когда только часть Солнца покрывается Луной. В местах на Земле, которые удалены от полосы центрального затмения больше чем на 30 — 40 градусов, солнечное затмение совершенно не наблюдается.

8. Вид полного солнечного затмения.

Полное солнечное затмение это одно из самых захватывающих зрелищ, которые природа открывает человеческому взору. Чтобы насладиться всей красотой этого зрелища, нужно выбрать для места наблюдений возвышенный пункт, с которого можно было бы хорошо видеть всю окружающую местность, особенно восточную часть неба, откуда идет тень от Луны.



Рис. 14. Жемчужная нитка при кольцеобразном солнечном затмении 17 апреля 1912 г.

Первые признаки того, что в природе происходит что-то необыкновенное, замечаются прежде всего не на Земле, а на солнечном диске. В заранее вычисленный момент начала затмения мы увидим на восточном крае Солнца маленькую черную горбушку. Она растет с минуты на минуту и мало-по-малу распространяется на весь солнечный диск, который потом принимает форму серпа. Темные люди и по сие время думают о кончине мира, о том, что злой дух пожирает

Солнце, когда они видят это чудесное исчезновение Солнца во время затмения.

Для наблюдения солнечного затмения необходимо дымчатое стекло; но можно проследить весь ход затмения и без него, если только наблюдатель находится около дерева, и будет смотреть, как сквозь листву проникают солнечные лучи на Землю. Тогда, то здесь, то там, на земной поверхности получают небольшие изображения Солнца, которые всегда имеют форму как раз оставшейся светлой части Солнца.

Если наблюдатель пользуется телескопом, к которому необходимо приделать темное стекло, то он увидит горы на краю диска Луны. Он заметит, что в то время, как край Солнца сохраняет резкое очертание, по краю Луны видны зубчики.

Незадолго до исчезновения солнечного серпа, горы лунной поверхности достигают края Солнца и оставляют от него только ряд светлых точек, которые виднеются между возвышенностями Луны. Это — так называемая жемчужная нитка, она держится 2 или 3 секунды и потом совершенно исчезает (см. рис. 14).

С этого момента начинается полное затмение, самое поразительное зрелище, какое только удастся наблюдать человеку. Солнце стоит посередине неба и, не смотря на это, невидимо. Там, где оно только что сияло во всем своем блеске, висит в пространстве зловеще-черный шар Луны.

Более яркие звезды, а также все подробности вокруг Солнца, которые обыкновенно невидимы из-за отражения солнечных лучей частицами земной атмосферы, теперь выступают необычайно отчетливо. Самая наружная оболочка нашего Солнца, его корона, о которой шла речь уже раньше, окружает теперь черный диск Луны, как сверкающий венок лучей. Эти снопы и пучки лучей часто простираются на расстояние, в два или три раза большее, чем диаметр Солнца. При внимательном наблюдении почти всегда можно увидеть около края Луны несколько протуберанцев, тех фанта-

стических красных потоков пламени, о которых мы узнали при изучении Солнца (см. рисунок 15).

Через несколько минут после начала затмения, с первым выравшимся

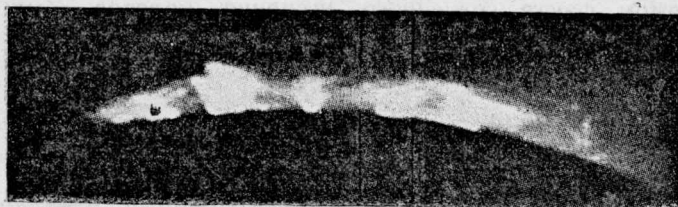


Рис. 15. Солнечные протуберанцы, сфотографированные 30 августа 1905 г. экспедицией Гамбургской обсерватории.

ся лучом Солнца, это великолепное зрелище внезапно прекращается. Звезды гаснут; снова появляется солнечный серп, и приблизительно через $1\frac{1}{4}$ часа Луна совершенно покидает солнечный диск.

Если при полном солнечном затмении хотя бы только насладиться этим необыкновенным зрелищем, оставляя в стороне изучение подробностей, то лучше взять не очень сильный телескоп. Лучше всего для этой цели годится обыкновенный полевой призматический бинокль или вообще зрительная труба, которая при слабом увеличении дает возможность обозревать широкое пространство кругом Солнца.

Когда на Солнце минимум пятен, солнечная корона имеет более спокойный вид, и лучи ее у экватора Солнца длиннее, чем у солнечных полюсов.

Вблизи солнечных полюсов корона принимает вид фигур, похожих на расположение железных опилок на бумаге, под которую подложен полюс магнита. Во время же максимума солнечных пятен

корона имеет растрепанный вид, и лучи ее очень бурно расходятся во все стороны от Солнца (см. рис. 16).

Из всего этого следует, что вид солнечной короны зависит от сил, находящихся на Солнце, которые только периодически меняют свое местоположение и напряжение.

Чрезвычайно важным является вопрос, сияет ли корона отраженным или собственным светом? Без сомнения, мы имеем здесь оба эти случая: свет короны—частью отраженный солнечный свет, частью корона сама излучает свет своими раскаленными частицами. В каком отношении находятся эти два рода света друг к другу, а также каковы физическое и химическое свойство этой замечательной солнечной атмосферы,—мы точно не знаем и можем высказать только некоторые предположения.

У. Затмения в древности и их предсказание.

Замечательно, что древние народы, которые уже знали о периодичности затмений, оставили нам в своих сочинениях очень мало описаний этого явления природы. Древние китайские летописи сообщают нам о самом факте солнечного затмения, которое было видно тогда-то в той или другой провинции Небесной Империи, но никогда в этих летописях не упоминается о том, как именно протекало это явление.

Очень жаль, что нет таких описаний, так как подобного рода данные, вследствие их глубокой древности, дали бы нам возможность сделать заключение об изменениях в движении Солнца и Луны.

Совсем недавно на вырытых ассирийских каменных плитках расшифровали сообщение о наблюдавшем в Ниневии солнечном затмении. Наши астрономические таблицы указали, что в данном случае речь может идти только о затмении 15 июня 763 г. до нашей эры.

Во времена этого затмения тень от Луны проходила приблизительно на 150 км. севернее Ниневии.

Кроме того, нужно сказать еще о самом известном в древности затмении, так называемом затмении Фалеса Милетского. Об этом затмении Геродот сообщает, что во время одной битвы между лидийцами и мидянами день внезапно превратился в ночь. Войска вследствие этого отказались от боя и заключили мир. К этому добавляют, что Фалес Милетский не только предсказал ионийцам само затмение, но даже указал день его наступления. Наши астрономические таблицы показывают, что затмение Фалеса Милетского есть не что иное, как полное солнечное затмение 585 года до нашей эры.

Из более точных вычислений, однако, следует, что тень Луны тогда не могла дойти до места военных действий раньше захода Солнца. Таким образом получается какое-то противоречие. А так

как в астрономических вычислениях, касающихся прошлого, не приходится сомневаться, то, без сомнения, есть какая-нибудь ошибка в этом историческом сообщении Геродота.

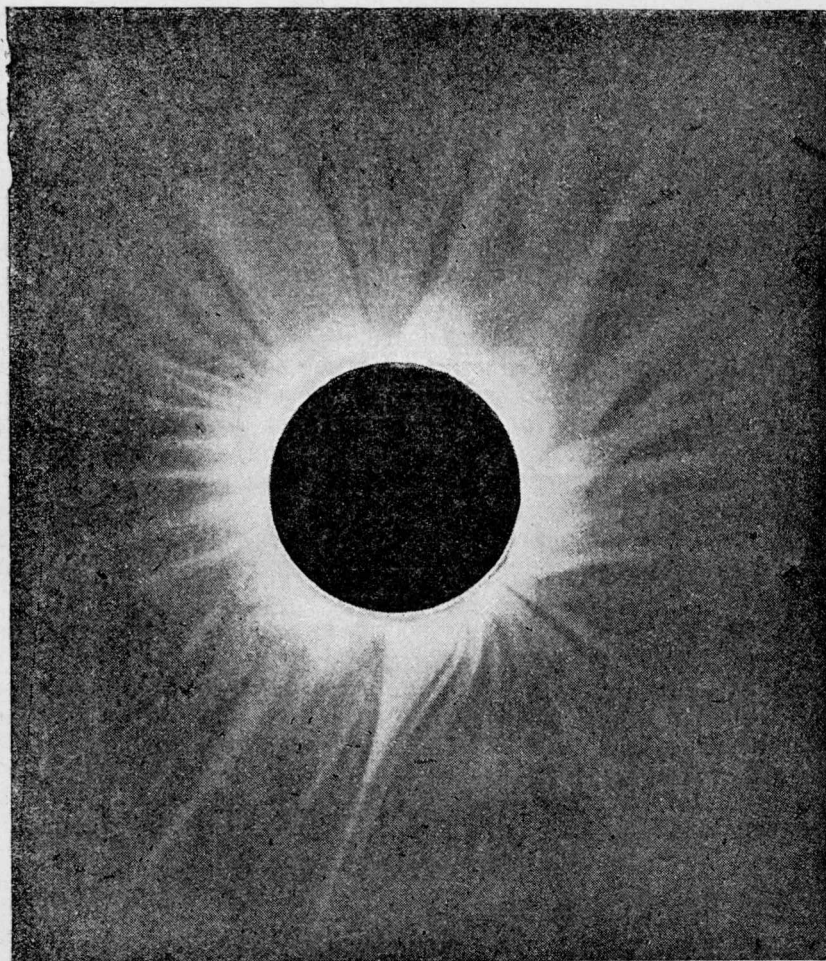


Рис. 16. Полное солнечное затмение 30 августа 1905 г.

Нет никакого сомнения, что Фалес Милетский предсказал затмение 585 года не путем непосредственных вычислений, а благодаря известному еще задолго до этого закону о периодичности затмений.

Этот закон основывается на том факте, что Солнце и Луна через 6,585 суток 8 часов или, круглым счетом, через 18 лет

11 суток снова занимают почти такое же положение на небе. По истечении этого периода, который называют халдейским словом *с а р о с*,—что значит повторение,—будут повторяться все затмения.

Из числа полных солнечных затмений, особенно замечательных по своей большой продолжительности, нужно указать, во-первых, на затмения, к которым принадлежит памятное затмение 1868 г., наблюденное Жансеном; это затмение повторилось в 1886 и в 1904 годах. К сожалению, в обе эти последние даты тень Луны попала целиком в область Атлантического и Великого океанов, так что эти затмения не могли быть использованы для научных целей.

Во-вторых, по продолжительности интересны затмения: 7 мая 1883 года, 18 мая 1901 года и 29 мая 1919 года. При каждом повторении такого затмения продолжительность полного затмения возрастает на несколько секунд. В 1937, 1955 и 1973 году продолжительность полного затмения превзойдет даже 7 минут, так что эти затмения вызовут еще больший к себе интерес.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Мы уже раньше познакомились с расстояниями, временем вращения вокруг Солнца, величиной и массой небесных тел, которые составляют нашу солнечную систему. Здесь же мы займемся прежде всего их движением вокруг Солнца и знакомством с устройством их поверхности.

I. Взаимные положения планет.

Орбиты, по которым планеты движутся вокруг центрального светила, Солнца, представляют из себя эллипсы, т.-е. сплюснутые (сжатые) круги. Но сплюснутость их так невелика, что без точных измерений, просто на глаз, этого нельзя заметить. Солнце находится не в центре этих эллипсов, но в одном из их фокусов ¹. У некоторых планет этот фокус удален даже очень значительно от центра орбиты. Положение фокуса позволяет судить о сжатии эллипса, которое тем больше, чем эллипс больше отличается от формы круга.

Например, Меркурий имеет орбиту, сильно отличающуюся от круга: сжатие его орбиты составляет $\frac{1}{50}$, т.-е., если мы представим себе больший диаметр орбиты в 50 см., то наименьший будет равен 49 см. Расстояние же Солнца от центра орбиты в этом масштабе будет равняться 10 см.

Чтобы лучше представить себе эти соотношения, мы привели рисунок орбит четырех внутренних планет, который довольно точно

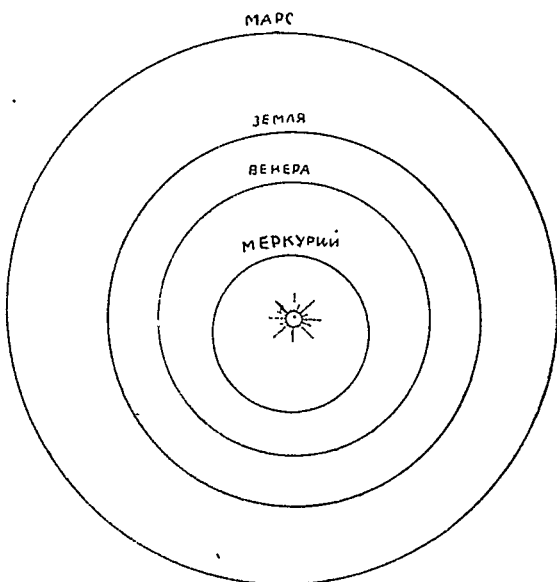


Рис. 17. Орбиты четырех внутренних планет.

показывает форму и положение этих орбит (см. рис. 17). Достаточно беглого взгляда на этот рисунок, чтобы понять, что планетные орбиты в одних местах подходят ближе друг к другу, чем в других.

При вычислении и предсказании истинных и кажущихся положений планет относительно друг друга употребляется целый ряд технических выражений, которые мы и объясним прежде всего.

Нижними планетами называются те планеты, орбиты которых лежат внутри земной орбиты. Эта группа планет включает в себе Меркурия и Венеру.

¹ У эллипса есть 2 фокуса, т.-е. такие 2 точки, сумма расстояний от которых до точек эллипса есть величина постоянная и равная большей полуоси эллипса.

Верхние планеты—это те планеты, орбиты которых лежат вне земной орбиты. В этой группе находятся: Марс, малые планеты или астероиды, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Если планета кажется нам проходящей вблизи Солнца, как раз над ним или под ним, то мы говорим, что она находится в соединении с Солнцем. Нижнее соединение происходит тогда, когда планета находится между Солнцем и Землей; верхнее—если планета стоит от Земли по ту сторону Солнца.

Нижняя планета имеет нижнее и верхнее соединения; наоборот, верхняя планета никогда не может стоять в нижнем соединении и имеет только одно верхнее соединение.

Планета находится в противостоянии, когда она стоит как раз против Солнца. Тогда она восходит при закате Солнца и заходит при восходе Солнца. Само собой понятно, что нижняя планета никогда не бывает в противостоянии.

Перигелием орбиты называется точка, в которой планета стоит ближе всего к Солнцу; а афелием—та точка орбиты, которая дальше всего удалена от Солнца.

Нижние планеты, Меркурий и Венера, совершая свой путь вокруг Солнца, кажутся земному наблюдателю как бы колеблющимися около Солнца с одной стороны на другую, взад и вперед. Их видимое угловое расстояние от Солнца в любой момент называется элонгацией.

Наибольшая элонгация Меркурия равняется приблизительно 23 градусам. Венера же удаляется от Солнца в самые большие элонгации почти вдвое дальше, чем Меркурий, а именно, в среднем, на 45 градусов.

Когда одна из нижних планет стоит в восточной элонгации, т.е. налево от Солнца, то она заходит после захода Солнца, и мы можем наблюдать планету на западе вскоре после захода Солнца. Если же нижняя планета находится в западной элонгации, т.е. направо от Солнца, она восходит раньше Солнца и бывает видима на востоке перед восходом Солнца. Поэтому Меркурий и Венера видимы вечером только на западе или утром только на востоке.

Нет таких двух планет в нашей солнечной системе, орбиты которых лежали бы как раз в одной плоскости. Это значит, что если мы возьмем плоскость какой-нибудь орбиты за основную, то плоскости орбит других планет будут наклонены к этой основной плоскости.

Поэтому астрономы условились считать плоскость земной орбиты за основную плоскость, относительно которой рассматривают положения всех остальных планетных орбит.

Таким образом орбиты всех планет пересекают плоскость земной орбиты в двух точках. Эти точки называются узлами.

Угол, под которым орбита пересекает плоскость земной орбиты, называется наклоном. Из больших планет орбита Меркурия

имеет наибольшее наклонение; оно равно 7 градусам. Наклонение орбиты Венеры составляет 3,4 градуса, а наклонение больших верхних планет еще ничтожнее: оно колеблется от 0,8 градуса у Урана до 2,5 градуса у Сатурна.

2. Расстояния до планет и законы движения их.

За исключением Нептуна расстояния планет от Солнца легко можно представить себе при помощи следующего правила, известного под названием закона Тициуса - Боде.

Возьмем ряд чисел: 0, 3, 6, 12 и т. д., удвоим каждое следующее число, прибавим к каждому числу по 4. Тогда мы получим довольно точные относительные расстояния всех планет от Солнца, за исключением Нептуна.

Таким образом мы имеем:

☿ Меркурий.	$0+4=$	4	действ. расстояния =	4
♀ Венера.	$3+4=$	7	»	» = 7
♁ Земля	$6+4=$	10	»	» = 10
♂ Марс.	$12+4=$	16	»	» = 15
Астероиды	$24+4=$	28	»	» = 20—40
♃ Юпитер	$48+4=$	52	»	» = 52
♄ Сатурн.	$96+4=$	100	»	» = 95
♅ Уран	$192+4=$	196	»	» = 192
♆ Нептун	$384+4=$	388	»	» = 301

Из приведенных здесь действительных расстояний до планет нам видно, что астрономы для выражения расстояний между небесными телами не употребляют земных мер, как километр и т. д. Это происходит по двум причинам. Во первых, земные меры слишком малы; пользоваться ими в пространствах вселенной было бы все равно, что расстояние между двумя городами выражать в сантиметрах. Во-вторых, расстояние между двумя небесными телами не может быть определено с такой же точностью, как расстояния на Земле; поэтому бесполезно давать его в километрах. Наоборот, если мы возьмем за единицу расстояние Земли от Солнца (астрономическую единицу), то мы выразим расстояния других планет от Солнца небольшими, удобными для представления, числами.

В предыдущей таблице показано, что расстояние от Земли до Солнца выражается числом 10. Таким образом, чтобы получить соответствующие расстояния других планет от Солнца в астрономических единицах, нужно только разделить на 10 числа нашей предыдущей таблицы, или, иными словами, поставить запятую перед последней цифрой каждого числа. В конечном результате мы получим следующие расстояния от Солнца: Меркурия 0, 4; Венеры 0, 7; Марса 1, 5; Юпитера 5, 2; Сатурна 9, 5; Урана 19, 2; Нептуна 30, 1 астрономи-

ческих единиц. На самом деле, конечно, эти числа только грубо приближительные; например, расстояние Меркурия от Солнца составляет не 0,4, а 0,387 астрономических единиц.

Таким образом, расстояние планет, по правилу Тициуса-Бодде, представляет случайное совпадение чисел. Это правило не оправдывается даже грубо для Нептуна, Урана, Сатурна и Марса.

Движение планет по их орбитам происходит согласно законам, которые впервые были установлены и выражены Кеплером и поэтому называются законами Кеплера. Эти законы следующие:

1. Орбиты всех планет суть эллипсы, в одном из фокусов которых находится Солнце.

2. Площади, описываемые линией, соединяющей планету и Солнце, в одинаковые промежутки времени всегда равны. Отсюда следует, что скорость движения планет вокруг Солнца различная: в перигелии планета движется быстрее, а в афелии — медленнее.

3. Кубы средних расстояний двух планет от Солнца относятся между собою, как квадраты времен полных оборотов этих планет вокруг Солнца.

Этот третий закон требует некоторого пояснения. Предположим, что одна планета в 4 раза дальше отстоит от Солнца, чем Земля.

Куб четырех составляет $4 \times 4 \times 4 = 64$, а квадратный корень отсюда будет равен 8. Таким образом, этот закон говорит, что эта планета совершает свой путь вокруг Солнца в промежуток времени, в 8 раз больший, чем Земля. Итак, если мы возьмем кубы расстояний 0,4, 0,7 и т. д. из нашей таблички расстояний планет, принимая за единицу расстояние Земли от Солнца, и извлечем квадратный корень из этих кубов, то мы получим времена полных оборотов этих планет вокруг Солнца в годах.

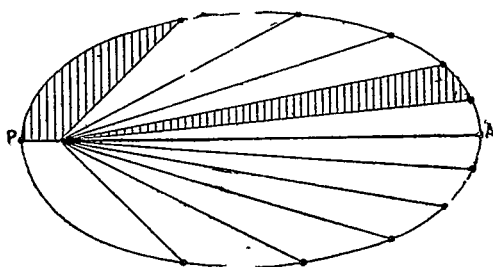


Рис. 18. Движение планеты вокруг Солнца по второму закону Кеплера.

Итак, третий закон Кеплера дает нам возможность самым простым путем вычислять расстояние планеты от Солнца по отношению к расстоянию Земли, если только из наблюдений планеты мы знаем время, в течение которого эта планета обращается вокруг Солнца.

Более отдаленные от Солнца планеты совершают свой путь вокруг Солнца в более продолжительные промежутки времени не только потому, что путь их длиннее, но и потому, что они на самом деле движутся медленнее. Если, например, расстояние планеты от Солнца в 4 раза больше земного расстояния, то эта внешняя планета будет двигаться вдвое медленнее Земли. Но так как орбита

цем. Через 3 месяца Меркурий сделает полный оборот вокруг Солнца и снова вернется в точку *М*; но теперь не будет нижнего соединения Меркурия с Солнцем, так как Земля за этот промежуток времени передвинется по своей орбите. И следующее нижнее соединение Меркурия с Солнцем произойдет, когда Земля будет в точке *К*, а Меркурий в точке *Н*. Таким образом, промежуток времени от одного нижнего соединения до следующего, называемый синодическим оборотом планеты, будет больше времени полного оборота планеты, т.-е. сидерического оборота. У Меркурия синодический оборот содержит 116 суток т.-е. равен приблизительно $\frac{4}{3}$ времени полного оборота; иными словами, дуга *МН* (см. рис. 19) немного меньше трети круга.

Теперь предположим, что Меркурий находится в точке *А*, как показано на рис. 20. В этом случае Меркурий будет наблюдаться с Земли на самом

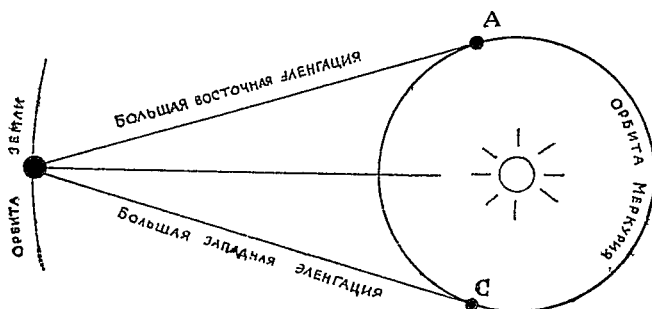


Рис. 20. Элонгации Меркурия.

с Земли на самом большом угловом расстоянии от Солнца, т.-е. он будет находиться в своей наибольшей восточной элонгации. В это время он будет находиться к востоку от Солнца, будет виден на вечернем небе и будет заходить часа

через $1\frac{1}{2}$ после Солнца. Это самое лучшее время для наблюдения Меркурия. Тогда его бывает нетрудно найти невооруженным глазом в лучах вечерней зари. Во время наибольшей западной элонгации, когда Меркурий находится в точке *С* (см. рис. 20), Меркурий стоит к западу от Солнца. Тогда он восходит раньше Солнца, и его можно видеть по утрам на восточной части неба.

В наших широтах лучше всего наблюдать Меркурия вечером — в весенние месяцы, а по утрам — осенью.

Вследствие различного своего положения относительно Солнца Меркурий имеет фазы подобно Луне. Вид этих фаз зависит от того, какая часть освещенного полушария Меркурия видна с Земли, так как неосвещенное полушарие Меркурия, конечно, остается для нас невидимым. При верхнем соединении к нам обращено все освещенное полушарие Меркурия, и планета выглядит круглой, как полная Луна.

После этого Меркурий все больше и больше поворачивает к Земле свое темное полушарие. При элонгациях мы видим Меркурия освещенным наполовину, так же, как Луну в первой или в последней че-

можно видеть на солнечном диске в виде круглого черного пятна. Это явление называется прохождением Меркурия.

Эти явления сравнительно редки: за 46 лет бывает всего шесть прохождений Меркурия; четыре—в ноябре и два—в мае. Эти прохождения Меркурия наблюдаются астрономами с особым интересом, потому что, наблюдая вступление Меркурия на солнечный диск и схождение его с диска Солнца, можно сделать ценные заключения о законах движения Меркурия.

Первое наблюдение прохождения Меркурия удалось Гассенди 7 ноября 1631 г. Но это наблюдение не представляет научной ценности, потому что инструменты Гассенди были еще слишком несовершенны. Немногом лучше был результат, полученный Галлеем в 1677 году, во время его пребывания на острове Св. Елены. Но во всяком случае с тех пор интерес к этому явлению возрос настолько, что теперь астрономы не пропускают без наблюдения ни одного прохождения Меркурия.

В следующей таблице мы найдем прохождения Меркурия, которые будут видимы в ближайшие 40 лет, с обозначением тех мест на Земле, где их можно будет наблюдать.

КОГДА.	ГДЕ ВИДНО.	З А М Е Ч А Н И Я.
1924 г. Май 8.	Тихий океан. Восточная Азия.	—
1927 г. Ноябрь 10.	Азия. Восточная Европа.	Почти центральное прохождение.
1937 г. Май 11.	Европа. Атлантический океан.	Меркурий проходит через южный край Солнца.
1940 г. Ноябрь 11.	Западная часть Северной Америки.	—
1953 г. Ноябрь 14.	Северная Америка.	—
1957 г. Май 6.	Тихий океан. Восточная Азия.	—
1960 г. Ноябрь 7.	Атлантический океан. Северная Америка.	Меркурий пересекает южный край Солнца.

Наблюдение прохождений Меркурия показало, что орбита этой планеты медленно меняет свое положение в пространстве. Это изменение положения орбиты Меркурия очень значительное и не может быть объяснено только притяжением остальных известных нам

воздух совершенно прозрачен и что Солнце не находится в непосредственной близости от Венеры.

Если Венера находится к востоку от Солнца, то она видима по вечерам после захода Солнца, на западной части горизонта. Если же она стоит к западу от Солнца, то она восходит по утрам, раньше Солнца, и видна на востоке перед восходом Солнца. Вследствие таких изменений своих положений на небе, Венера уже с древних времен называется вечерней и утренней звездой.

Если посмотреть на Венеру в небольшой телескоп, то прежде всего заметим, что она, подобно Луне, имеет фазы. Эти фазы были открыты Галилеем, когда он направил на Венеру изобретенный им телескоп. Существование фаз у Венеры дало ему первое наглядное доказательство справедливости системы Коперника.

То, что мы сказали о синодическом движении Меркурия, вполне приложимо и к Венере и поэтому не нуждается в повторении.

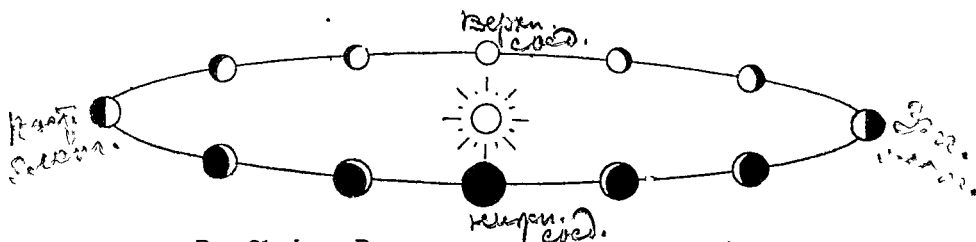


Рис. 21. Фазы Венеры в различных точках ее орбиты.

Рис. 21 объясняет кажущуюся величину и вид планеты в различных частях ее синодического оборота, который она совершает в 584 сутки. На этом рисунке положение Венеры впереди Солнца изображает нижнее соединение Венеры с Солнцем, положение позади Солнца—верхнее соединение. Самое крайнее положение налево соответствует самой большой восточной, самое крайнее положение направо—наибольшей западной элонгации.

В то время, как планета движется от верхнего соединения к нижнему, ее кажущаяся величина постепенно прибывает, но при этом виден не весь ее диск. Освещенная часть диска Венеры делается все меньше и меньше. В самой большой элонгации она кажется наполовину освещенной; тогда она принимает вид серпа, который делается все уже и уже по мере того, как планета приближается к нижнему соединению. В нижнем соединении к нам обращено неосвещенное полушарие Венеры, и поэтому некоторое время она совершенно невидима.

Ярче всего Венера блесит тогда, когда она стоит приблизительно на полпути между нижним соединением и наибольшей восточной или западной элонгацией. Тогда она заходит приблизительно через 2 часа после захода Солнца или восходит за 2 часа до восхода

Солнца. В это время она сияет, как чудесная вечерняя или утренняя звезда.

Наблюдая Венеру при помощи спектроскопа, теперь вполне определенно можно сказать, что Венера окружена густой атмосферой, содержащей много водяных паров. Ее существование было установлено еще раньше следующим удивительно интересным способом во время прохождения Венеры перед солнечным диском в 1769 и в 1882 году. Когда планета уже несколько больше чем наполовину стояла перед солнечным диском, ее наружный край казался окруженным световым кольцом, которое снаружи делалось слабее.

Это световое кольцо могло быть вызвано только преломлением лучей света атмосферой Венеры, которое значительно сильнее преломления лучей в земной атмосфере. Можно поэтому с большой вероятностью предполагать, что большая яркость планеты объясняется не столько отражением лучей Солнца от ее поверхности, сколько отражением солнечных лучей от облаков, находящихся в атмосфере Венеры. Если это действительно так, то едва ли возможно будет когда-нибудь увидеть сквозь эти облака устройство поверхности Венеры. Наблюдаемые некоторыми астрономами пятна на Венере наверно суть проходящие группы облаков.

6. Вращение Венеры вокруг ее оси.

Вопрос о вращении Венеры вокруг ее оси занимает астрономов уже со времен Галилея. Ответить на этот вопрос очень трудно из-за особенно сильного блеска планеты. В телескоп Венера производит почти такое впечатление, как будто перед нами полированный металлический шар. Только некоторые наблюдатели предполагали, что они видят на поверхности Венеры светлые и темные пятна. Уже в 1667 году Кассини на основании этих воображаемых пятен сделал заключение, что Венера делает оборот вокруг своей оси немного менее, чем в 24 часа. Напротив того, в начале следующего столетия итальянцу Бианчини удалось прийти к выводу, что Венере нужно больше 24 суток, чтобы один только раз обернуться вокруг своей оси.

Эти противоречия оставались неразрешенными почти все 18 и 19 столетия, несмотря на многочисленные новые наблюдения.

Тем более удивило и ошеломило астрономов сообщение Скиапарелли, сделанное им лет 50 тому назад, что Венера, точно так же, как Меркурий, в одинаковый промежуток времени вращается и вокруг своей оси и вокруг Солнца. Другими словами, Меркурий и Венера должны быть всегда обращены к Солнцу одной и той же своей половиной, подобно тому как Луна обращена к Земле. Скиапарелли удалось прийти к этому выводу путем наблюдения некоторого количества чрезвычайно слабых пятен, которые были видимы много

дней под ряд на южном полушарии Венеры. Он мог наблюдать эту планету каждый день много часов под ряд, и установленное им при этом постоянство пятен включало предположение, что планета совершает полный оборот вокруг оси в одни сутки.

Новый путь для выяснения этого вопроса открыл спектроскоп. Известно, что при помощи этого инструмента можно определить, движется ли небесное тело к нам или от нас. Этот способ применим как к излучающим собственный свет неподвижным звездам, так и к планетам, которые блестят отраженным солнечным светом. Когда планета вращается вокруг своей оси, то один край ее диска движется к нам, а другой—от нас. Из сравнения относительного положения темных линий спектра обоих краев диска Венеры определили скорость движения частиц ее к Земле.

Таким путем академик А. А. Белопольский в Пулковской обсерватории установил, что Венера имеет быстрое вращение вокруг оси, продолжающееся около $1\frac{1}{2}$ суток. Однако это отклонение спектральных линий оказалось настолько незначительным, что произвести измерение этого отклонения очень трудно. Отсюда следует, что трудно установить точно время оборота Венеры вокруг ее оси. Таким образом, наблюдения последнего времени только несколько увеличили вероятность короткого времени вращения Венеры вокруг своей оси.

Против предположения, что Венера вращается вокруг своей оси в такой же промежуток времени, в какой она совершает свой путь вокруг Солнца, говорит невозможность такого движения на основании теоретических исследований. Главные основания, которые дали нам возможность установить равенство времен оборотов Луны вокруг оси и вокруг Земли, не могут быть приложены с такой же убедительностью к планете, которая так удалена от Солнца, как Венера. Пришлось бы предположить и далее, что Венера совершенно оцепенела, как Луна, и что ее ось направлена к Солнцу.

Очень спорным является также вопрос о существовании спутника у Венеры. За последние два столетия наблюдателям Венеры иногда казалось, что они видят около нее спутника. Но в последнее время, большинство наблюдателей, вооруженных сильными телескопами, не могли открыть никаких спутников у Венеры. Теперь вполне определенно можно считать, что даже в самый сильный из современных телескопов у Венеры не видно спутника. Без сомнения, те предполагаемые спутники Венеры, которых раньше видели некоторые наблюдатели, были или неподвижные звезды или световая иллюзия, которая обыкновенно происходит при рассматривании яркого предмета вследствие двойного отражения в стеклах телескопа.

7. Прохождения Венеры.

Прохождения Венеры перед солнечным диском принадлежат к самым редким небесным явлениям. Это явление повторяется правильными циклами в 243 года. Внутри каждого такого цикла имеют место

четыре прохождения Венеры в такой последовательности: через 8 и $121\frac{1}{2}$, через 8 и $105\frac{1}{2}$ лет. Вот даты последних шести и ближайших двух прохождений Венеры:

1631 г. Дек. 7.	1874 г. Дек. 9.
1639 г. Дек. 4.	1882 г. Дек. 6.
1761 г. Июнь 6.	2004 г. Июнь 8.
1769 г. Июнь 3.	2012 г. Июнь 6.

Только немногие из наших современников переживут, таким образом, ближайшее прохождение Венеры, которое произойдет только в 2004 году. Но уже теперь можно заранее определить с точностью до 1 или 2 минут для каждой точки земной поверхности, в какое именно время 8-го июня 2004 года Венера появится перед солнечным диском.

Интерес к таким прохождениям Венеры в истекшие столетия объясняется тем, что во время этих прохождений можно было лучше всего определить расстояние Земли от Солнца.

Редкость этого явления заставляла астрономов в последние четыре прохождения Венеры производить эти наблюдения в международном масштабе, подготавливаясь к ним заранее. Уже в 1761 и 1769 годах важнейшие государства послали астрономов в различные страны света, чтобы точно определить вступление Венеры на диск Солнца и схождение ее с диска Солнца, а также кажущийся путь Венеры перед солнечным диском.

В 1874 и 1882 годах немецкие, французские, английские, русские и американские экспедиции самым тщательным образом повторили эти наблюдения. Все эти наблюдения представляют большую ценность для исследования орбиты Венеры; но для определения расстояния Земли от Солнца они стоят сейчас на втором плане, так как в настоящее время существуют другие, более совершенные способы, дающие нам более точные результаты.

8. М а р с.

За последние десятилетия ни одно небесное тело не возбуждало такого интереса, как планета Марс. Сходство климата Марса с нашим, земным, предполагаемые на его поверхности океаны и материки, существование снегов и т. д.—все это невольно направляло человеческую мысль на предполагаемых жителей этой планеты.

Мы предвидим опасность разочаровать тех читателей, которым очень хотелось бы получить веские доказательства в пользу того, что этот соседний нам мир населен разумными существами. Но здесь будет сделана попытка дать то, что мы действительно знаем о Марсе. Эти факты необходимо строго отделить от большого количества заблуждений и необоснованных предположений, которые

за последние 40 лет проникли в популярные книги и периодические издания.

Сначала мы приведем те сведения, которые необходимо знать для понимания того, что происходит на Марсе.

Время его оборота вокруг Солнца, т.-е. год на Марсе, продолжается 687 суток или около 2 лет. Если бы время оборота было ровно 2 года, то мы бы видели эту планету через эти правильные промежутки времени вступающей в противостояние. Но так как она движется несколько быстрее, то Земле нужно, кроме 2 лет, еще 1—2 месяца, чтобы ее догнать, так что противостояния бывают каждые 2 года и 1—2 месяца. Этот излишек вырастает за восемь противостояний в целый год. Таким образом, по истечении приблизительно 17 лет, Марс достигает противостояния в то же время и, приблизительно, в той же точке своей орбиты, как и раньше. За это время Земля совершает 17, а Марс 9 оборотов вокруг Солнца.

Промежутки времени между отдельными противостояниями Марса, как уже указывалось, не совсем одинаковы. Причиной этого является большое отклонение орбиты Марса от круговой орбиты.

В перигелии Марс находится на $\frac{1}{10}$ ближе к Солнцу, чем его среднее расстояние, а в афелии на $\frac{1}{10}$ дальше. Поэтому его расстояние от Земли во время противостояния меняется в том же отношении. Если противостояние происходит тогда, когда планета близко от перигелия, то ее расстояние от Земли содержит приблизительно 60 миллионов километров; наоборот, при противостоянии в афелии, — около 100 миллионов километров. Отсюда следует, что при противостоянии в перигелии, которые, между прочим, бывают только в сентябре, планета сияет в три раза ярче, чем при противостоянии в афелии, которое бывает в феврале или в марте.

Незадолго до противостояния Марса его легко узнать по яркому блеску и в особенности по красноватой окраске, которая сильно отличается от окраски других небесных тел. В телескоп эта красная окраска уже не так бросается в глаза, а при более сильных увеличениях Марс кажется даже желтоватым.

9. Устройство поверхности Марса и его вращение.

Голландский астроном Гюйгенс первый более отчетливо рассмотрел в телескоп подробности устройства поверхности Марса и зарисовал их. Хотя в этих рисунках мы имели только грубые очертания, однако и в настоящее время можно узнать на поверхности Марса эти подробности, найденные Гюйгенсом. Дальнейшими наблюдениями над движением этих пятен на Марсе удалось установить, что Марс делает полный оборот вокруг своей оси немного больше чем, в наши сутки, а именно в 24 часа 37 минут 23 секунды.

За исключением Земли, в этом случае мы имеем единственное в планетной системе вращение планеты вокруг оси, которое уста-

новлено с такой большой точностью. За все 250 лет у Марса не замечено изменения времени его оборота, и поэтому нет никакого основания предполагать, что это время оборота подвергается каким-либо изменениям, доступным нашим наблюдениям. Оно остается так же постоянным, как и продолжительность наших суток. Большое сходство суток Марса с нашими,—излишек содержит всего только $37\frac{1}{2}$ минут,—дает возможность наблюдать Марс в два следующих

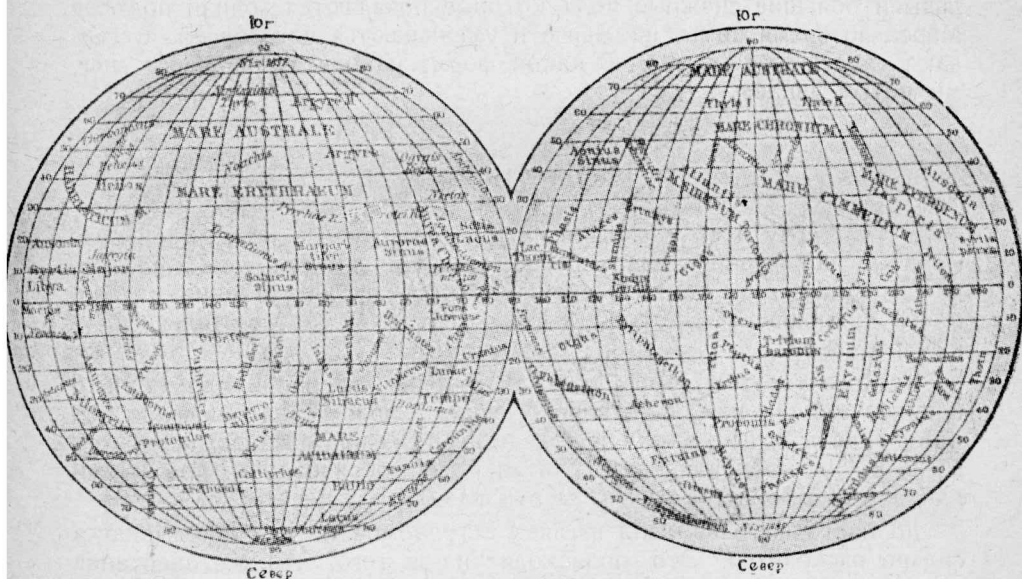


Рис. 22. Карта Марса по наблюдениям Скиапарелли.

друг за другом вечера, в один и тот же час, обращенным к Земле почти одной и той же стороной.

И только постепенно, вследствие несколько меньшей скорости вращения Марса, по истечении 40 суток, наблюдая Марс в один и тот же час, можно увидеть все части его поверхности.

Все подробности, которые наблюдаются на поверхности Марса, могут быть потом зарисованы на карте, которая и даст нам очертания устройства поверхности Марса (см. рис. 22). Если предположить, как это обыкновенно делают, что светлые желтоватые области это суша, а более темные на вид, серые и коричневатые области—вода, то оказывается, что около $\frac{3}{4}$ поверхности Марса занимает собою суша и $\frac{1}{4}$ —вода. При этом наблюдаются на Марсе еще области, представляющие как бы переходную стадию от материков к океанам. В общем можно сказать, что северное полушарие Марса представляет из себя, главным образом, материки, а южное—моря и океаны. Предположение, что более темные пятна на Марсе суть моря,

а более светлые—суша, подтверждается теперь, хотя это, нужно сказать, еще не вполне установлено.

Далее, уже давно известно, что на обоих полюсах Марса видны большие белые пятна, названные белыми шапками Марса. По мере того как полюс поворачивается к Солнцу, эта шапка постепенно уменьшается, но когда соответствующий полюс отходит от Солнца, она снова увеличивается. Эти белые шапки Марса суть полярные льды и большие снежные поля, которые появляются вблизи полюсов Марса во время зимы на Марсе и уменьшаются или совсем оттаивают за летнее время. В какой форме находится на Марсе снег, мы потом узнаем.

10. Каналы Марса.

В 1877 году итальянский астроном Скиапарелли начал свои знаменитые наблюдения поверхности Марса. Он заметил, между прочим, на светлых частях Марса особенные темные полосы и линии, идущие почти прямолинейно, которые он назвал протоками, по-итальянски—каналами.

Редко случается, чтобы искажение перевода причинило столько недоразумений, как в данном случае. Слово канал перешло без изменения в другие языки и повело к до сих пор распространенному взгляду, что Скиапарелли считал эти образования подобными каналам на Земле, т.-е. делом рук разумных существ.

До настоящего времени взгляды астрономов на эти каналы Марса сильно расходятся. Это происходит из-за того, что все очертания на поверхности Марса очень слабы. При более точном наблюдении всюду на поверхности Марса видны светлые и темные пятна различных оттенков, но они так слабы и неотчетливы и с такой постепенностью переходят одно в другое, что обыкновенно бывает очень трудно установить точно очертание этих образований.

Эти трудности, в связи с изменяющимся видом этих подробностей на Марсе вследствие различного освещения и изменения свойств нашей атмосферы, приводят к тому, что часто наблюдатели совершенно по разному изображают каналы, увиденные впервые Скиапарелли. Так, мы имеем, например, карту Марса, сделанную по наблюдениям на обсерватории Ловелла (см. рис. 24). На этой карте Марса, каналы обозначены темными линиями, которые, как сеть, покрывают большую часть поверхности Марса. Между тем, на карте Скиапарелли (см. рис. 22) каналы изображены, большею частью как слабые полоски, которые не имеют таких отчетливых очертаний, как на карте Ловелла.

Каналы Марса, отмеченные Ловеллом, превосходят численностью своею каналы, виденные Скиапарелли. Поэтому на первый взгляд

можно было бы предполагать, что все каналы, замеченные Скиапарелли по крайней мере будут видны на карте Ловелла; однако, на самом деле, между этими обеими картами есть только общее сходство (ср. рис. 22 и 24). Далее, главная особенность карты Ловелла состоит в том, что на местах образования каналов видны темные круглые пятна, подобные озерам. Но этих четко обозначенных пятен-озер напрасно будет искать на карте Скиапарелли.

Также удивительно и то обстоятельство, что такие искусные наблюдатели планет, как астроном Барнард в обсерватории Лика и астроном Антониади в Париже, пользуясь сильнейшими телескопами

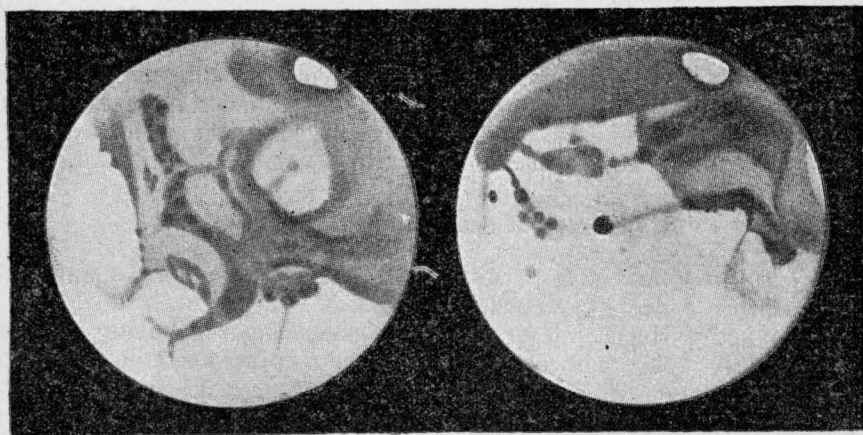


Рис. 23. Марс по наблюдениям Антониади в Парижской обсерватории.

этих обсерваторий, могли заметить только очень немного каналов, приведенных в картах Скиапарелли и Ловелла. Только во время хорошей погоды, они, действительно, видели большое количество мелких и очень слабых деталей на поверхности Марса. Но эти детали были так сложны, что представить их на рисунке не было возможности. Появление этих пятен и полос на поверхности Марса не ограничивалось только светлыми областями, т.е. воображаемыми материками планеты; наоборот, эти пятна и полосы видны были также в большом количестве и внутри темных областей, т.е. среди так называемых морей (см. рис. 23). Эти пятна и полосы, по мнению Барнарда и Антониади, нигде не обнаруживают той закономерности, которая позволяла бы смотреть на них как на каналы. Конечно, глаз мог различить кое-где на поверхности Марса темные неясные полосы, и некоторые из них, действительно, приблизительно совпадают с каналами прежних карт; но они, на самом деле, идут не так правильно, как это изображено на картах Ловелла и Скиапарелли.

Итальянец Черулли, который имел собственную обсерваторию в Терамо, дает каналам Марса весьма, повидимому, хорошее объяснение. Он нашел, что при рассматривании Луны в бинокль, ему казались на лунной поверхности такие же линии и пятна, какие видны на картах Марса. Поэтому явление каналов Марса, по его мнению, происходит не вследствие иллюзии, но как результат точного наблюдения. Оно происходит от самопроизвольного действия глаза, который стремится располагать в закономерном порядке слабые, едва видимые, неправильной формы мелкие детали.

Во время противостояний 1907, 1909 и 1911 годов Ловеллу, Гэлю и Барнард в Америке удалось первым получить пригодные для исследования, хотя еще очень небольшие, фотографии Марса. Эти снимки дают возможность отчетливо различить полярные пятна на Марсе, а также все крупные очертания поверхности планеты. Но для решения вопроса о каналах они еще не дали ничего определенного, так как фотографическая пластинка еще недостаточно чувствительна для того, чтобы запечатлеть такие мелкие подробности.

11. Вероятная природа каналов Марса.

Все то, что мы знаем сколько-нибудь достоверного о каналах Марса, может быть резюмировано следующим образом.

Поверхность Марса представляет большое разнообразие чрезвычайно мелких подробностей, очертания которых невозможно уловить очень точно. На ней видно большое число темных полос, которые простираются на далекие протяжения по самой планете и при рассматривании их в средней силы телескопы кажутся проходящими почти по прямым линиям. Многие из этих полос и линий, вероятно, состоят из отдельных темных пятнышек и точек, очертания которых невозможно уловить даже при самом сильном увеличении.

Это последнее подтверждается наблюдениями при помощи современных самых сильных телескопов и еще более убеждает нас в справедливости объяснений Черулли явления каналов Марса. Произведем следующий простой опыт. Будем рассматривать через увеличительное стекло портрет, гравированный на стали. Тогда мы увидим только большое число точек, расположенных по различным прямым и кривым линиям. Но, как только мы уберем увеличительное стекло, глаз невольно соединит эти точки в определенные, связанные между собою линии, которые в совокупности и представят нам очертания человеческого лица. Нечто подобное мы получим, если будем рассматривать в увеличительное стекло какой-либо, приведенный в этой книге, рисунок, например, рис. 24. Как при рассматривании гравюры глаз соединяет точки в очертание лица, так и маленькие пятна и пятнышки на поверхности Марса наш глаз соединяет в длинные непрерывные каналы.

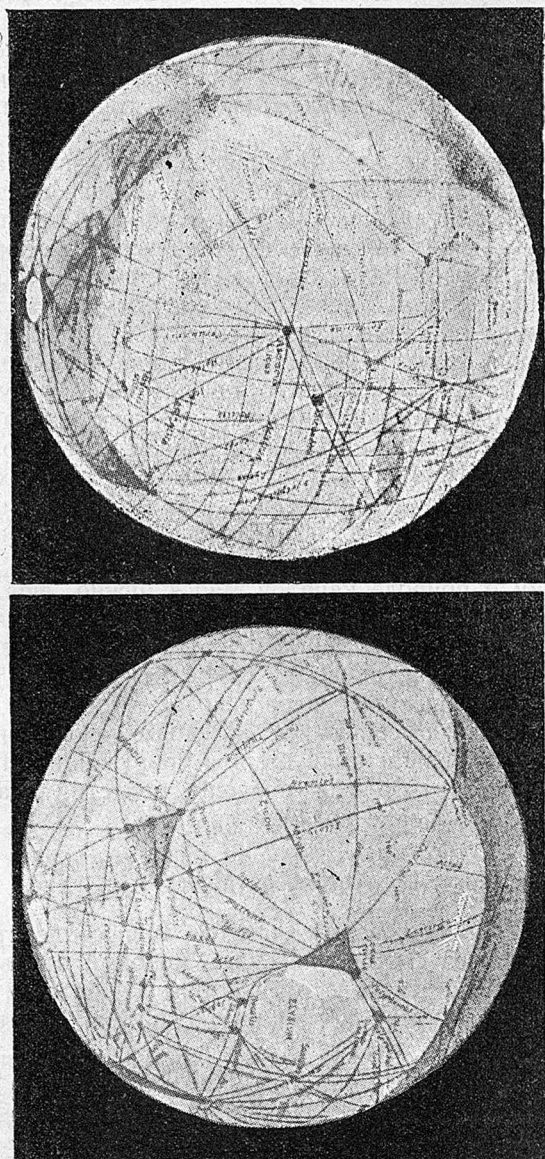


Рис. 24. Карта Марса по наблюдениям Ловелла.

Замечательное явление, наблюдаемое при наблюдении каналов Марса, представляет из себя удвоение каналов. Первым наблюдал это удвоение Скиапарелли. После него некоторые астрономы также видели это удвоение каналов, другие же, наоборот, никак не могли заметить это удвоение. В этом случае канал, кажущийся раньше некоторое время простым, позднее казался состоящим как бы из двух параллельных линий.

Каждый, наверно, замечал, что удвоение происходит часто от того, что тонкая темная линия настолько приближается к глазу, что мы ее уже не видим отчетливо, и она у нас начинает двоиться. Например, близорукому может при известных обстоятельствах показаться, что телеграфная проволока сделалась двойной. Но и нормальному зрению может показаться с некоторого расстояния, что телеграфная проволока, видимая на светлом небе, сделалась двойной. В особенности это хорошо удается наблюдать, когда в земной атмосфере находится много теплого, находящегося в движении, воздуха, который, как известно, мешает нам правильно видеть. Однако нельзя вполне определенно сказать, что подобные обманы зрения являются причиной удвоения каналов Марса. Но тот факт, что целый ряд опытных и искусных наблюдателей этой планеты никогда не могли поручиться, что они видели это удвоение, говорит за чисто физиологическое объяснение удвоения каналов.

При суждениях о природе каналов Марса нужно еще помнить то обстоятельство, что в самые лучшие современные телескопы, при наиболее благоприятном расстоянии от Марса, мы можем видеть на поверхности Марса линии, шириною самое меньшее от 50 до 150 км. Поэтому кажется совершенно невозможным, чтобы эти линии действительно представляли собою искусственные каналы, вырытые жителями Марса,—так велики были бы эти сооружения. Наоборот, вероятнее предположить, что это—большие области, засаженные растительностью, или широкие водяные протоки.

12. Атмосфера Марса.

В высшей степени интересным является вопрос—действительно ли полярные шапки Марса состоят из снега, который покрывает почву Марса зимой и снова тает летом? Чтобы лучше судить об этом, познакомимся с некоторыми новейшими открытиями, относящимися к атмосфере Марса.

Все последние наблюдения Марса говорят нам о том, что воздушная оболочка Марса должна быть гораздо тоньше, чем земная. Этот вывод подтверждают как телескоп, так и спектроскоп. Наблюдения планеты в телескоп показывают, что очертания самых темных пятен на ее поверхности только изредка затемнялись образованиями, которые можно было принять за туман или облака. К тому же оказывается, что подробности на поверхности Марса не всегда можно

видеть с одинаковой отчетливостью и ясностью. Вблизи от края планеты пятна кажутся более слабыми, чем тогда, когда они стоят как раз посередине диска Марса. Правда, это явление может быть отчасти объяснено косым направлением лучей света к краям планеты. Однако вполне возможно также утверждать, что эта неясность очертаний по краям диска планеты происходит вследствие существования атмосферы на Марсе.

Спектроскопические исследования Марса производились так, чтобы можно было сравнить спектр этой планеты со спектром находящейся по близости Луны. При этом почти всегда обнаруживались только ничтожные различия между их спектрами. Если бы Марс имел атмосферу, способную значительно поглощать свет, то тогда некоторые из темных линий солнечного спектра должны были бы заметно усилиться в спектре Марса. Но так как это утолщение теневых линий в спектре Марса очень ничтожно, то мы должны признать, что атмосфера Марса чрезвычайно разрежена и что она содержит очень мало водяных паров.

Снег, как известно, образуется от замерзания сгущенных водяных паров атмосферы. Поэтому маловероятно, чтобы белые пятна и полярные шапки Марса состояли из такого же мощного слоя снега и льда, как наши полярные области на Земле. Но, как нам известно, бывает достаточно самого ничтожного выпадения снега, чтобы покрыть всю местность белой пеленой; поэтому отнюдь не следует заключать, что эти полярные шапки Марса вовсе не состоят из снега. Вероятнее всего, они возникают благодаря простому сгущению паров на чрезвычайно холодной поверхности планеты и подобны нашему инею, который является ничем иным, как замерзшей росой. Это простое объяснение полярных шапок Марса вполне правдоподобно; оно не противоречит также наблюдениям быстрого таяния полярных шапок Марса.

Раньше высказывалось часто предположение, что полярные шапки на Марсе состоят из замерзшей углекислоты. Это предположение, хотя и не представляет из себя ничего невозможного, но оно очень маловероятно.

Таким образом, обзор всех наблюдений Марса дает нам очень многое против и очень мало за обитаемость этой планеты. Можно сказать вполне определенно, что мнение против обитаемости Марса приобретает среди астрономов с каждым годом все больше и больше сторонников. Этот факт, может быть, разочарует много читателей, потому что поставит его в противоречие с тем, что он слышал от сторонников противоположного учения. Но пусть читатель сам сделает выводы из полученных до настоящего времени и приведенных здесь результатов. Во всяком случае, все распространенные сообщения о жителях Марса и их сооружениях не вполне научны; они представляют из себя только предположения, которые так же мало можно доказать, как и опровергнуть.

13. Спутники Марса.

Едва ли какое-нибудь другое астрономическое открытие так удивило мир ученых, как открытие двух спутников Марса в 1877 г. Асафом Голлем в Вашингтоне.

Хотя уже больше двух столетий астрономы наблюдали Марс, оба его спутника ускользали от наблюдений даже в сильные телескопы вследствие чрезвычайно малых их размеров. Раньше считалось невероятным, чтобы вообще спутники планеты могли иметь такие ничтожные объемы, как эти два спутника Марса. Поэтому никто из астрономов не давал себе труда систематически искать их в более сильный телескоп.

После их открытия обнаружилось, как это часто бывает в таких случаях, что спутники Марса, собственно говоря, совсем не трудны для наблюдения; они могут быть хорошо видимы при всяком благоприятном положении Марса относительно Земли. Обычно для того, чтобы заметить спутников Марса, необходим телескоп с объективом, диаметр которого равен самое меньшее 40 см. Но во время великих противостояний Марса ¹ их можно найти уже в менее сильный телескоп. Насколько, при этом, можно уменьшить величину телескопа, зависит от ловкости наблюдателя, а также и от того, насколько ему удастся затемнить сильный свет Марса.

Вследствие такой сильной яркости Марса, гораздо легче найти внешнего его спутника, чем внутреннего, несмотря на то, что в действительности внутренний спутник, наверное, сам по себе ярче.

А. Голл назвал внешнего спутника Марса Деймосом, что значит Страх, а внутреннего — Фобосом, т.-е. Трепет, так как Страх и Трепет, согласно греческой мифологии, были спутниками бога войны Марса.

Фобос замечателен в том отношении, что он совершает свой путь вокруг Марса в течение 7 часов 39 минут, т.-е. движется быстрее всех спутников других планет нашей солнечной системы. Он движется скорее, чем Марс вращается вокруг своей оси. Действительно, за время оборота Фобоса Марс не совершит и $\frac{1}{3}$ своего оборота вокруг оси. Поэтому воображаемые жители Марса видят восход Фобоса на западе и заход его — на востоке.

Деймос совершает свой путь вокруг Марса тоже в очень короткий промежуток времени — в 30 часов 18 минут. Скорость обращения Марса вокруг оси в этом случае уже больше, чем скорость движения этого спутника вокруг Марса. Результатом такого быстрого движения

¹ Великими противостояниями Марса называются противостояния, которые совпадают с моментами, ближайшими к прохождению Марса через перигелий. Великие противостояния бывают, примерно, через каждые 15 лет. Ближайшее великое противостояние Марса было 23 августа 1924 г.

Ольберс предположил, что не имеем ли мы здесь дело с обломками одной разорвавшейся большой планеты. Если бы это предположение оказалось верным, то, наверно, между Марсом и Юпитером окажется еще много таких малых планет, или астероидов, как их тогда назвали. Это последнее предположение вскоре подтвердилось. В ближайшие 5 лет были открыты еще два таких маленьких небесных тела, так что к 1807 году были известны между Марсом и Юпитером уже четыре планеты: Церера, Паллада, Юнона и Веста.

Затем открытия астероидов прекратились на несколько десятилетий. И только в 1845 году почтмейстер Генке в Дризене, любитель астрономии, открыл пятую планету. Через два года была открыта шестая, а затем начался тот замечательный ряд открытий, который увеличивался с каждым годом, так что число известных в настоящее время малых планет превосходит уже 900.

До 1890 года открытием этих маленьких небесных тел занимались немногие наблюдатели, которые главное внимание свое уделяли на поиски этих планет и ловили их, как охотник дичь. Они ставили, так сказать, западни, нанося на карту массу мелких звезд в какой-нибудь небольшой области неба вблизи зодиака¹. Хорошо знакомилась с расположением этих звезд в телескоп, и если при этом находили звезду, которой не было раньше на карте и у которой обнаруживалось собственное движение, то эта звезда и являлась искомой малой планетой. Так мир ученых узнавал об открытии новой малой планеты.

Появился целый ряд охотников за планетами, из которых некоторые мало известны какими-нибудь другими астрономическими трудами. Так, например, в 50-х годах успешнее всех открывал малые планеты парижский ювелир, по фамилии Гольдшмидт. Он открыл около 14 малых планет. Но огромного успеха в открытии малых планет достигли два астронома, Петерс в Клинтоне и Пализа в Вене, из которых первый до своей смерти открыл 48, а второй до настоящего времени открыл уже больше 100 планет.

После того как при астрономических наблюдениях стала применяться фотография, открытие малых планет сделалось значительно легче. В этом случае астроному нужно только направить свой телескоп на небо и сфотографировать звезды при достаточно большой экспозиции в течение одного или двух часов. Тогда неподвижные звезды изобразятся на фотографической пластинке в виде маленьких кружков. Если же между звезд находится планета, то ее изображение не будет иметь вид кружка, но имеет вид короткой черточки, так как

¹ Пояс зодиака—это полоса по всему небесному своду, заключающая в себе 12 созвездий, между которыми происходит видимое годовое перемещение Солнца по небу вследствие движения Земли вокруг Солнца.

планета перемещается между звезд за время фотографической с'емки (см. рис. 25).

Таким образом, при поисках малых планет, вместо того, чтобы долго и тщательно исследовать небо при помощи телескопа, наблюдателю нужно теперь только производить сравнительно кратковременные фотографические снимки и исследовать фотографическую пластинку. Способ этот тем более удобен, что он не требует сравнения с другой более точной звездной картой, так как планету можно сейчас же узнать по черточке—следу, который она оставляет на фотографической пластинке (см. рис. 25).

Макс Вольф, знаменитый директор Гейдельбергской обсерватории, был первым, кто открыл таким способом в 1891 году малую планету. С тех пор им и другими астрономами ежегодно открывается по несколько десятков этих небесных тел. Само собой понятно, что из года в год розыски и открытия еще неизвестных планет делаются все труднее и труднее. Несмотря на это, еще нельзя установить предела их числу в настоящее время.

Многие астероиды из числа открытых в последнее время очень незначительны по своей величине, но число их, повидимому, возрастает. Чем меньше величина астероида, тем больше их число. Даже самые большие из этих тел, те, которые были открыты в начале XIX века, так малы, что в обыкновенные телескопы они кажутся

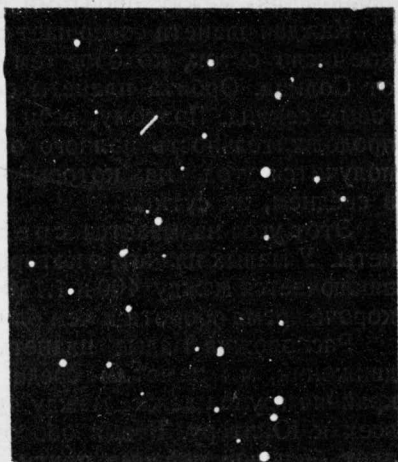


Рис. 25. Фотографический снимок малой планеты.

только точками, как звезды, и диски их трудно увидеть даже в самые сильные инструменты. Насколько вообще можно говорить при таких условиях об определении их действительной величины. Диаметры самых больших астероидов достигают всего лишь около 500—600 км. О величине же более мелких астероидов можно судить только приблизительно, по их яркости. Они имеют, примерно, от 10 до 15 км. в диаметре. Таким образом, объем всех малых планет, вместе взятых, не составит и объема Луны.

15. Орбиты малых планет.

Орбиты большинства малых планет представляют очень сжатые круги.

Кроме того, орбиты малых планет очень различно наклонены к плоскости земной орбиты, в то время как у больших планет этого нет.

У некоторых астероидов это наклонение превосходит 20 и даже 30 градусов; так например, наклонение орбиты Паллады равно 35 градусам.

В последнее время пришлось отказаться от предположения Ольберса, что астероиды представляют собой обломки разорвавшейся планеты. Действительно, их орбиты расположены в пространстве слишком далеко одна от другой, чтобы они могли образоваться из одной орбиты, как это должно было бы быть в том случае, если бы астероиды когда-нибудь составляли одно тело. Согласно современным воззрениям, они, наверное, с самого начала имели такой же вид, какими мы их видим сейчас на небе.

Орбиты малых планет, к нашему удивлению, распределяются неравномерно между орбитами Марса и Юпитера.

Каждая планета совершает свой оборот вокруг Солнца в определенное число суток, которое тем больше, чем дальше планета находится от Солнца. Орбита планеты содержит 360 градусов или 1.296.000 дуговых секунд. Поэтому, если разделить это число дуговых секунд на продолжительность полного оборота планеты в земных сутках, то получится угол, на который планета передвинется вокруг Солнца, в среднем, за сутки.

Этот угол называется средним суточным движением планеты. У малых планет, о которых идет сейчас речь, суточное движение заключается между 400 и 1.150 дуговых секунд. Оно тем больше, чем короче время оборота и чем ближе к Солнцу находится такая планета.

Расположив малые планеты по величине их среднего суточного движения, мы заметим среди них семь или восемь групп. Самая крайняя группа лежит между 400 и 460 дуговых секунд, и она ближе всех к Юпитеру. Время оборота этой группы около 8 лет. Затем идет большой перерыв почти до 540 дуговых секунд, после чего мы имеем маленькую группу планет между 540 и 590 дуговых секунд. Дальше планет значительно больше; но и здесь мы находим пробелы, в которых очень немного планет или же совсем их нет.

Самым замечательным в этом распределении астероидов является то, что совершенно пустые места находятся как раз в тех частях, в которых средние движения находятся в определенном целом отношении к движению Юпитера. Планета со средним движением в 900 дуговых секунд совершила бы свой оборот вокруг Солнца в $\frac{1}{3}$ оборота Юпитера. Планета со средним движением в 600 дуговых секунд — в $\frac{1}{2}$ этого времени, а со средним движением в 750 дуговых секунд — в $\frac{2}{3}$ оборота Юпитера. Другими словами, все планеты на этих кратных местах: $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ и т. д. по истечении нескольких оборотов становились бы по отношению к Юпитеру точно в такое же положение, как до этого.

Существует закон небесной механики, который говорит, что орбиты планет с такими простыми отношениями между собою времен оборотов с течением времени подвергаются большим изменениям.

белы следует отнести за счет разрушающего действия Юпитера.

16. Особенно интересные из малых планет.

Сотни астероидов, которые были известны до 1898 года, движутся между орбитами Марса и Юпитера. Затем, летом 1898 года Витт в Берлине нашел планету, которая в перигелии должна была стоять далеко внутри орбиты Марса и иногда приближаться к Земле на расстояние до 20 миллионов км., т. е. на $\frac{2}{5}$ наименьшего расстояния Марса. Эта замечательная планета получила название Эрос.

Орбита Эроса представляет сильно сжатый круг. Поэтому Эрос во время своих противостояний в перигелии очень близко подходит к Земле, значительно ближе Марса, а во время своих противостояний в афелии она находится тогда далеко за пределами орбиты Марса.

Таким образом, орбиты Марса и Эроса можно представить себе как два кольца цепочки, продетые одно в другое.

С чисто научной точки зрения Эрос в высшей степени интересен в том отношении, что он при своем движении вокруг Солнца иногда подходит к Земле так близко, что его расстояние может быть тогда непосредственно измерено. Благодаря этому можно с огромной точностью определить расстояние Солнца от Земли. К сожалению, эти благоприятные противостояния Эроса случаются только очень редко, несмотря на короткое время его оборота вокруг Солнца, равное 643 суткам. Последнее такое приближение Эроса к Земле было в 1892 году, т.-е. незадолго до его открытия. Расстояние Эроса от Земли равнялось в то время только 0,16 расстояния Земли от Солнца, т.-е. 24 миллионам километров. В 1931 году, при его ближайшем противостоянии в перигелии, отношения расстояний будут еще более благоприятными, потому что тогда Эрос приблизится к Земле на 20 миллионов километров.

Поэтому вполне можно надеяться, что в это противостояние Эроса в 1931 году нам удастся определить расстояние Земли от Солнца очень точно. Даже такое малоблагоприятное противостояние Эроса в 1900 году дало возможность определить расстояние до Солнца с большой сравнительно точностью и показало правильность наших прежних определений этого расстояния.

Кроме того, Эрос замечателен тем, что при его противостоянии зимою 1900—1901 года у него обнаружено периодическое изменение света, продолжавшееся в течение $2\frac{1}{2}$ часов. Для объяснения этого явления предположили, во-первых, что Эрос состоит из двух тел, которые движутся друг около друга и время от времени взаимно покрывают друг друга, или, во-вторых, что Эрос представляет из себя вращающееся угловатое тело. Весь вопрос стал еще запутаннее, когда это изменение яркости Эроса без всякой видимой причины

мало-по-малу исчезло и не наступало больше при следующих противостояниях. Таким образом, физическое строение планеты Эрос нужно считать совершенно загадочным, если не приписать одной части его поверхности сильно отражающего действия.

Почти так же, как Эрос, замечательна малая планета Альберт, которая была открыта в октябре 1911 года астрономом Пализа в Вене, как звездочка 13 величины. Среднее расстояние Альберта равняется 2,6 расстояний Земли от Солнца; поэтому Альберт в перигелии находится от Солнца на расстоянии 1,2, а в афелии на 4 таких расстояния Земли от Солнца. Таким образом, Альберт подходит к Солнцу ближе, чем Марс, и удаляется от Солнца на расстояние немного меньшее, чем Юпитер. Возмущения, которым подвергается при этом движении Альберт, должны быть поэтому очень значительны.

В последнее время удалось значительно расширить наши познания о расположении малых планет. С 1906 по 1908 год в Гейдельберге были открыты четыре астероида, которые двигаются вокруг Солнца почти по орбите Юпитера и отчасти даже заходят за орбиту Юпитера. Эти четыре астероида, подобно Эросу и Альберту, получили мужские имена, а именно: Ахиллес, Патрокл, Гектор и Нестор. На первый взгляд может показаться очень удивительным, что такие крошечные тела могут самостоятельно существовать в такой непосредственной близости к нашей величайшей планете, как Юпитер. Но теория возмущений показывает, что орбиты этих, так называемых, «тройнец» при определенных условиях очень легко могут быть устойчивыми.

Уже многие десятилетия добровольное сотрудничество астрономов при вычислении орбит и возмущений малых планет оказалось недостаточным. В конце концов, могло бы случиться, что с течением времени одна и та же планета была бы открыта два или три раза и заново вычислена. Чтобы избежать такого неудобства, Астрономический Вычислительный Институт в Берлине взял на себя заботу о малых планетах. Здесь собираются все наблюдения всех астероидов и вычисляются их орбиты.

17. Юпитер.

Без всякой видимой закономерности за группой малых планет, или астероидов, следует ряд планет-великанов: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Несмотря на величину этих небесных тел, только у двух первых из них можно видеть в телескоп подробности, дающие нам возможность сделать заключение об их физическом устройстве.

Планета Юпитер после Солнца—самое большое небесное тело во всей солнечной системе. Объем Юпитера почти в три раза больше всех других планет, вместе взятых. Масса Солнца, как известно, очень велика по сравнению с массами всех планет. Масса Юпитера также очень большая,—она составляет почти $\frac{1}{1.000}$ массы Солнца.

ставляют из себя образования, похожие на наши кучевые облака (см. рис. 26).

Таким образом, вид Юпитера почти во всех отношениях сильно отличается от вида Марса уже тем, что на его поверхности мы не находим никаких постоянных очертаний. Для Марса можно составить карты и даже через несколько лет удостовериться в их правильности, между тем как для Юпитера, в лучшем случае, можно сделать только рисунок вида его поверхности для одного определен-

ного дня наблюдения. Однако некоторые образования на Юпитере можно наблюдать многие годы.

Самым замечательным из них было большое красное пятно, которое внезапно появилось на южном полушарии планеты летом 1878 года и в течение многих лет оставалось очень отчетливым и легко заметным по окраске для наблюдения. В 1890 году оно начало бледнеть; иногда оно казалось уже совсем исчезнувшим, а потом снова начинало сиять. Эти явле-

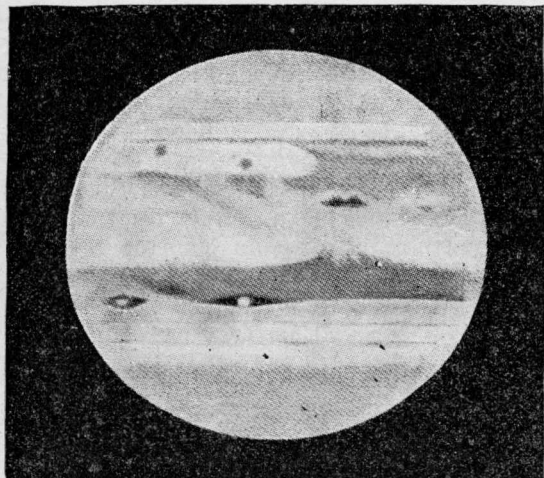


Рис. 26. Юпитер 1 апреля 1920 года.

ния продолжались почти до 1902 года; начиная с этого года, пятно заметно тускнеет. В настоящее время это пятно хотя еще можно узнать, но очертания и окраска его с каждым годом выступают все бледнее и бледнее.

18. Физическое состояние Юпитера.

Вопрос о физическом состоянии Юпитера еще не получил окончательного ответа, так как нельзя еще в достаточной степени раз'яснить все явления, наблюдаемые на его поверхности.

Самой замечательной особенностью этой интересной планеты является ее незначительная плотность. Ее диаметр приблизительно в 11 раз больше диаметра Земли. Из этого следует, что об'ем Юпитера должен превосходить об'ем Земли в 1.300 раз, а масса — в 310 раз больше массы Земли. Таким образом, плотность Юпитера не составляет и $\frac{1}{4}$ плотности Земли. Так как мы считаем плотность Земли за 5,5 относительно воды, то выходит, что плотность Юпитера при-

близительно только на $\frac{1}{3}$ больше, чем плотность воды. Из этого можно, конечно, заключить, что внешние части Юпитера состоят из газообразного вещества.

То, что Юпитер находится еще в жидком состоянии, подтверждается законом вращения Юпитера вокруг оси. А именно, нашли, что Юпитер вращается так же, как и Солнце, т.е. его экваториальные части вращаются вокруг оси в более короткий промежуток времени, нежели области Юпитера, лежащие к северу и к югу от экватора. Разница между временем вращения точек экватора и средних широт Юпитера равняется, насколько нам пока известно, приблизительно 5 минутам. Значит, экваториальный пояс Юпитера совершает оборот вокруг оси в 9 часов 50 минут, в то время как точки, лежащие в средних широтах на его поверхности, употребляют для этого 9 часов 55 минут. Это дает разницу в скоростях вращения, приблизительно, в 400 км. в час, которая не могла бы быть мыслима даже при предположении, что поверхность Юпитера находится в жидком состоянии.

Кроме того, замечательным при этом вращении Юпитера является то, что скорость вращения Юпитера убывает не постепенно от экватора к северу и югу, как у Солнца, но внезапно наступает на определенной широте. Конечно, такой скачек в изменении скорости является в высшей степени редким. Его можно объяснить, собственно говоря, только тем, что Юпитер имеет несколько, лежащих один над другим, слоев облаков с различными скоростями вращения вокруг оси.

Сходство между законами вращения Солнца и Юпитера часто давало повод к вопросу, не является ли Юпитер хотя бы отчасти самосветящимся телом. Этот взгляд, однако, опровергается тем фактом, что спутники Юпитера совершенно исчезают, когда они вступают в его тень. Поэтому мы можем утверждать вполне определенно, что если Юпитер и светится сам, то свет его недостаточно силен для освещения его спутников в такой степени, чтобы мы могли их видеть. Если бы ближайший к Юпитеру спутник получал от Юпитера хотя бы 1% того количества света, которое он получает от Солнца, то он сделался бы заметным даже в тени Юпитера. Точные измерения показали, что собственный свет Юпитера ничтожно мал по сравнению со светом, который он получает от Солнца.

Ко всем этим фактам лучше всего подходит предположение, что Юпитер имеет твердое ядро, незначительная же средняя плотность Юпитера обуславливается газообразным состоянием вещества, которое окружает это ядро. По всей вероятности, это ядро обладает также очень высокой температурой. Эта температура, однако, слишком быстро убывает кнаружи, так что внешняя оболочка, которая нам кажется поверхностью Юпитера, не может излучать какого-нибудь более или менее значительного света и тепла.

Интересны также результаты спектроскопического исследования этой замечательной планеты. Эти исследования показали, что в спектре Юпитера значительно усилены линии водяных паров, а в красной части спектра замечается широкая линия одного газа, наличие которого на Земле до настоящего времени еще не обнаружено. Этот неизвестный на Земле газ наблюдается также в атмосферах планет Сатурна, Урана и Нептуна, иногда даже в большей мере, чем на Юпитере. Отсюда можно заключить, что внешние планеты значительно отличаются от внутренних также и по составу своих газообразных оболочек (атмосфер).

19. Спутники Юпитера.

Когда Галилей направил свой небольшой телескоп на Юпитера, он был немало поражен, увидев, что Юпитера окружают четыре спутника. После того, как он наблюдал их несколько вечеров подряд и тщательно зарисовал их относительные положения, он нашел, что эти спутники описывают круги вокруг Юпитера. Это соответствовало вполне тому, что устанавливала для планет солнечной системы еще не всеми тогда признанная теория Коперника. Такое удивительное сходство мира Юпитера с солнечной системой казалось Галилею прекрасным доказательством справедливости учения Коперника.

Четыре больших спутника Юпитера можно видеть уже в небольшой телескоп и даже в хороший бинокль. Некоторые считают, что при достаточно остром зрении иногда можно их заметить даже без помощи оптических инструментов. Без сомнения, эти спутники такой же яркости, как и самые слабые из звезд, видимые невооруженным глазом; но блеск самого Юпитера мешает видеть их непосредственно лицам даже с самым острым зрением.

То, что некоторые будто бы видят спутников Юпитера невооруженным глазом, без сомнения, происходит вследствие оптического обмана. Впрочем, однако, если два внешних спутника случайно окажутся как раз близко один возле другого и далеко от Юпитера, то можно увидеть этих двух спутников невооруженным глазом, как одну светящуюся точку.

Расстояния этих четырех спутников Юпитера, время их оборота и размеры приведены в следующей табличке (см. стр. 75).

Из этой таблички мы видим, что величина первого и второго спутников Юпитера приблизительно соответствует величине нашей Луны, в то время как третий и четвертый спутники Юпитера превосходят свою величиною даже планету Меркурий.

Несмотря на то, что все четыре спутника Юпитера удалены от него дальше, чем Луна от Земли, они двигаются вокруг Юпитера гораздо быстрее, чем наша Луна вокруг Земли. Это происходит оттого, что сила притяжения Юпитера значительно больше силы притяжения Земли.

графии: только фотографическая пластинка смогла запечатлеть такие слабые тела, как эти спутники Юпитера.

Эти новые спутники Юпитера удалены от Юпитера значительно дальше, чем первые пять. Поэтому они совершают свои обороты вокруг Юпитера в значительно большие промежутки времени. Так, шестой и седьмой спутники обходят вокруг Юпитера в $8\frac{1}{3}$ и $8\frac{2}{3}$ месяца, а восьмому нужно $2\frac{1}{2}$ года, чтобы обойти один раз вокруг Юпитера. Этот восьмой спутник может удаляться от Юпитера на несколько градусов и стоять от Земли то на $\frac{1}{30}$ ближе расстояния Юпитера, то на столько же дальше; поэтому видимое движение его на небе очень сложно. Действительно, нужны были продолжительные наблюдения и исследования, прежде чем удалось найти закон движения этого замечательного небесного тела.

Эти новые спутники Юпитера отличаются своим движением от первых пяти спутников и напоминают собой наши малые планеты, астероиды. Сходство их с астероидами так значительно, что многие астрономы предполагают, что эти спутники не принадлежали сначала к системе Юпитера, а только впоследствии были втянуты им из кольца астероидов. Теперь, вслед за открытием малых планет: Ахиллеса, Патрокла, Гектора и Нестора, граница астероидов продвинулась за орбиту Юпитера, и это предположение, несмотря на отсутствие прямых доказательств, сделалось вполне правдоподобным.

20. Прохождения и затмения спутников Юпитера.

Во время движения первых четырех спутников вокруг Юпитера, что можно наблюдать даже в небольшие телескопы, бывают видны затмения спутников Юпитера и прохождения их перед диском планеты.

Если спутники Юпитера находятся в той части их пути, которая, если смотреть с Солнца, лежит по ту сторону Юпитера, то спутники входят в тень от Юпитера и поэтому становятся на некоторое время невидимы. Только у четвертого спутника бывают исключения: он иногда может проходить выше или ниже тени Юпитера, как это обычно бывает с нашей Луной.

Если же спутники Юпитера находятся в той части их пути, которая, если смотреть с Солнца, лежит по эту сторону Юпитера, то спутники, большею частью, проходят перед диском Юпитера. Особенно интересно наблюдать такое прохождение, когда на диск Юпитера падает тень от проходящего спутника. Эта тень движется по диску планеты, как черный кружок, рядом со спутником (рис. 27).

Прохождения и затмения спутников Юпитера заранее указываются в астрономических календарях, так что наблюдатель всегда может знать, когда ему смотреть на планету, чтобы увидеть затмение или прохождение спутника. Эти предвычисления важны еще и в том отношении, что по наблюдению времени вступления спутника в тень и выхода его из тени можно легко определить геогра-

кружками по бокам; но потом он был немало поражен, когда через два года эти придатки совершенно исчезли с поля зрения.

В настоящее время нам известно, что это исчезновение кольца происходит регулярно в определенные периоды, потому что иногда при определенном положении Сатурна к нам обращено только крайнее узкое ребро кольца. Исчезновение кольца привело Галилея в большое смущение; он думал, что стал жертвой оптического обмана, и поэтому совершенно отказался от наблюдений Сатурна. Разумеется, замеченные им раньше придатки планеты вскоре опять появились, но не было в то время еще никакой возможности установить, что они собственно из себя представляют. Только через 40 с лишним лет эта загадка была разрешена голландским астрономом и физиком Гюйгенсом, который объявил, что Сатурн окружен тонким и ровным кольцом, которое нигде не касается самой планеты.

Между Сатурном и его ближайшим соседом, Юпитером, есть замечательное сходство. Оба имеют небольшую плотность, при чем



Рис. 29. Фотографические снимки Сатурна, сделанные Барнадом 19 ноября 1911 г.

плотность Сатурна меньше плотности Юпитера. Дальнейшее сходство состоит в их быстром вращении: Сатурн делает полный оборот вокруг своей оси в 10 часов 14 минут,

т.-е. в период времени, только на несколько минут больший, чем время вращения Юпитера.

Поэтому у Сатурна почти такая же большая сплюснутость, как у Юпитера. У Сатурна она равна $\frac{1}{12}$. На поверхности Сатурна видны облачные полосы, похожие на полосы Юпитера; но только выступают они не так резко и отчетливо вследствие слабого своего света.

Наблюдая движение светлых пятен, которые мы видим на поверхности Сатурна, определили скорость вращения Сатурна, а также нашли, что эта скорость уменьшается по мере удаления от экватора Сатурна. Таким образом, закон вращения Сатурна оказался почти таким же, как у Солнца и у Юпитера. Но эти наблюдения так трудны, что пока еще невозможно найти окончательное решение вопроса о вращении Сатурна вокруг оси.

То, что было сказано о вероятной причине малой плотности Юпитера, так же хорошо подходит и к Сатурну. Можно предположить, что Сатурн имеет небольшое, но сильно нагретое ядро, ко-

торое окружено очень плотной атмосферой, и мы наблюдаем как раз наружную поверхность этой атмосферы. Яркие белые пятна, которые появляются, иногда совершенно внезапно, в различных местах на поверхности Сатурна, представляют собой промежутки между облаков.

Спектр Сатурна почти совершенно одинаков со спектром Юпитера. Прежде всего, на нем видны линии поглощения паров воды и неизвестного газа, характерного для внешних планет нашей солнечной системы.

22. Изменчивый вид колец Сатурна.

В 1675 году Кассини, первый директор только что построенной знаменитой Парижской обсерватории, открыл деление кольца Сатурна. Это открытие показало, что кольцо Сатурна состоит, собственно говоря, из двух колец, находящихся одно внутри другого и лежащих в одной плоскости. Это деление называется делением Кассини.

Внешнее кольцо, как это потом обнаружилось, еще раз разделено темной линией, которую обыкновенно называют делением Энке, по имени берлинского астронома Энке, который его открыл. Деление Энке выступает не так резко и отчетливо, как деление Кассини, поэтому его бывает иногда очень трудно наблюдать.

Рис. 30 показывает, как выглядели бы кольца Сатурна, если смотреть на них сверху. Прежде всего мы замечаем здесь темное деление Кассини, которое делит систему на два отдельных кольца, — одно внутреннее и одно внешнее. На более узком внешнем кольце видна еще более тонкая черная щель, это — деление Энке. Но этим не исчерпывается все, что мы видим в системе колец Сатурна. Так, внутреннее кольцо постепенно слабеет к внутреннему краю, где оканчивается серой границей, известной под названием «туманного кольца». Его впервые наблюдал Бонд в Гарвардской обсерватории, и это кольцо долго считали отдельным самостоятельным кольцом. Но тщательные наблюдения пока-

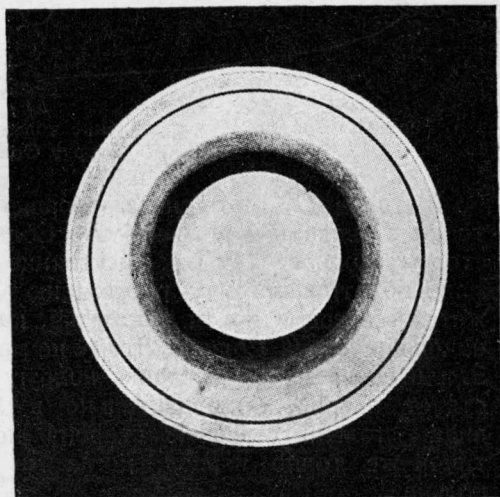


Рис. 30. Изображение Сатурна и системы его колец, если смотреть сверху.

зали, что этого на самом деле нет и что это «туманное кольцо» непосредственно примыкает к краю внутреннего кольца и, вероятно, не отделено от него никаким промежутком.

Кольца Сатурна наклонены к плоскости его орбиты под углом в 28 градусов. Во время движения планеты вокруг Солнца они все время сохраняют одно и то же направление в пространстве. На рис. 31 изображено это неизменное направление колец Сатурна при его движении вокруг Солнца.

Когда планета находится в точке *A*, Солнце освещает северную (верхнюю) сторону кольца. Семь лет спустя, когда планета будет стоять в точке *B*, Солнцем будет освещаться ребро кольца, а после прохождения точки *B*—южная (нижняя) сторона кольца. В точках *A* и *C* наклонение кольца по направлению к Солнцу—наибольшее

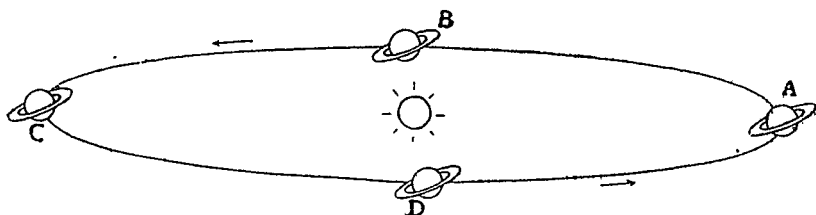


Рис. 31. Постоянное направление колец Сатурна во время движения его вокруг Солнца.

В точке *D* будет снова обращено к Солнцу ребро кольца. От точки *D* вплоть до точки *B* Солнце освещает опять северную сторону кольца. Так как расстояние Земли от Солнца сравнительно мало по отношению к расстоянию до Сатурна, то кольцо нам кажется все время почти таким же, каким видел бы его наблюдатель, находящийся на Солнце. Этому не мешает изменяющееся положение Земли во время ее движения вокруг Солнца. Таким образом, существует период, приблизительно в 15 лет, в течение которого мы видим только северную сторону кольца Сатурна, и существует такой же точно период, когда мы видим только южную сторону кольца.

В промежутках времени, когда мы после северной стороны кольца должны увидеть южную, или наоборот,—происходит так называемое исчезновение кольца. В это время к нам обращено только ребро кольца, которое вследствие своей сравнительно небольшой толщины кажется нам невидимым.

Через некоторое время кольцо снова делается видимым, чтобы через 15 лет снова исчезнуть (см. рис. 32). Таким образом, кольцо Сатурна исчезало в 1921 г. и исчезнет в 1936 г., а наилучшая видимость его наступит в 1927 и в 1941 г.г.

Теперь, когда мы знаем действительное строение кольца Сатурна, мы можем легко объяснить и кажущийся его вид в телескоп.

Рис. 28 изображает кольцо Сатурна в среднем положении; но лучше всего его наблюдать, когда планета занимает положение *A* или *C* на рис. 31.

В этом случае лучше всего бывают видны деления Кассини и Энке и так называемое «туманное кольцо».

Когда Сатурн бывает в положении *B* и *D* на рис. 31, тогда и происходят так называемые исчезновения кольца Сатурна (см. рис. 32).

Особенно интересно было исчезновение кольца Сатурна в 1921 г. Тогда кольцо Сатурна сделалось в течение нескольких дней совершенно невидимым даже в самые сильные телескопы (см. рис. 32). Это наблюдение показало, что кольца Сатурна чрезвычайно тонки. Толщина их должна быть не более 50 км. Диаметр внешнего кольца содержит 278.000 км.; поэтому, чтобы сделать модель кольца Сатурна из жести толщиной в 1 миллиметр, нужно принять диаметр внешнего кольца равным по крайней мере $5\frac{1}{2}$ метрам, тогда только мы получим правильные соотношения. На кольце (см. рис. 28) видна тень от Сатурна, а также и кольцо бросает от себя на планету тень.

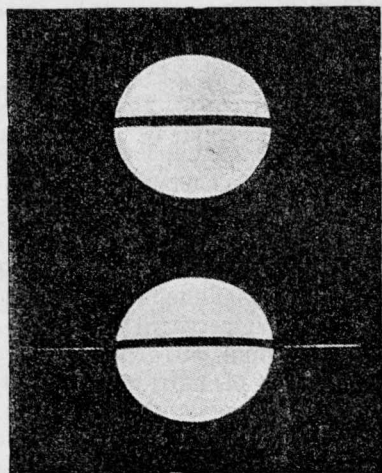


Рис. 32. Исчезновение кольца Сатурна.

23. Физическое строение колец Сатурна.

После того, как выяснили, что те же законы механики, которые наблюдаются на Земле, управляют движением небесных тел, можно было найти ответы на вопросы о движении загадочных колец Сатурна. Прежде всего интересно было узнать: почему кольца остаются висащими? Что мешает планете столкнуться с внутренним кольцом и разрушить его своим притяжением?

Некоторое время полагали, что кольцо застраховано от такой катастрофы вследствие своего жидкого состояния, но потом было доказано как раз противоположное. Наконец, в 1860 году Максвелл и Гирн установили, что кольца Сатурна вообще не могут представлять из себя одно сплошное твердое или жидкое тело, а состоят из мельчайших отдельных частичек, подобно облаку пыли. Это предположение было подтверждено работами Зейлигера в Мюнхене.

Лучшее же доказательство этой теории Гирна—Максвелла было приведено в 1895 году Килером и А. А. Белопольским при помощи спектроскопа. Они получили фотографию спектра кольца, поставив

цель спектроскопа по направлению большой оси кольца. Снимок дал при этом удивительный результат: темные линии спектра кольца шли не прямо, а были изогнуты и изломаны. Это указывало на то, что вещество кольца вращается вокруг планеты не с одинаковой скоростью.

Было точно установлено, что это вращение медленнее всего совершается на самом внешнем крае кольца и все больше и больше ускоряется по направлению к внутреннему краю, т.-е., если бы на этих местах находились спутники, то они двигались бы именно так—согласно третьему закону Кеплера.

Такое неравенство в скоростях движения может иметь место только в том случае, если кольцо состоит из отдельных друг от друга частей. Если бы кольцо состояло из одной нераздельной массы, то получилось бы как раз обратное тому, что дали наблюдения Килера и А. А. Белопольского. Линейная скорость оказалась бы наибольшей у самого внешнего края кольца и наименьшей—у внутреннего края.

24. Спутники Сатурна.

Кроме колец, Сатурн имеет еще 10 спутников. Он имеет, таким образом, большее число спутников, чем какая-нибудь другая планета нашей солнечной системы. Спутники Сатурна по своей величине очень различны. Самый яркий спутник—Титан—может наблюдаться в небольшой телескоп, и, наоборот, самый слабый из первых восьми спутников—Гиперион—видим только в самые сильные телескопы. Девятый и десятый спутники были обнаружены и видны пока только при помощи фотографии.

Титан был открыт Гюйгенсом уже в 1655 году, а незадолго до этого он также блестяще разрешил вопрос о кольце Сатурна.

Когда Гюйгенс сообщил об открытии этого самого яркого спутника Сатурна, он высказывал мысль, что после этого открытия нечего ожидать дальнейших открытий внутри солнечной системы. Мысль эту он подтвердил тем, что теперь в солнечной системе было как раз семь больших и семь малых небесных тел. Но в течение ближайших 30 лет Кассини опрокинул эту мистику открытием следующих четырех спутников Сатурна. Потом, только в 1789 году, т.-е. целым столетием позже, В. Гершель нашел еще двух спутников Сатурна; наконец, в 1848 году, был открыт Бондом на Гарвардской обсерватории в Кембридже восьмой спутник.

В 1897 году фотографии неба, которые были получены в южно-американском отделении Гарвардской обсерватории в Арекипа, обнаружили вблизи Сатурна звезду, которая каждый вечер перемещалась и находилась дальше от планеты, чем самый крайний из известных ее спутников. Эта звезда оказалась при дальнейших наблюдениях девятым спутником Сатурна. На фотографических

снимках, которые делались с целью дальнейшего изучения движения этого спутника, В. Г. Пикеринг нашел в 1905 году десятого спутника Сатурна, который движется почти как раз по орбите Гипериона.

В следующей таблице перечислены все 10 спутников Сатурна с указанием имен открывших их, даты открытия, расстояний от Сатурна, выраженных в радиусах Сатурна, и времени оборота спутников вокруг Сатурна.

НАЗВАНИЕ СПУТНИКА	Кто открыл.	Год открытия.	Расстояние от Сатурна в радиусах Сатурна.	Время оборота вокруг Сатурна.
Мимас	В. Гершель	1789	3	0 сут. 23 ч.
Энцелад	"	1789	4	1 " 9 "
Фетида	Кассини	1684	5	1 " 21 "
Диана	"	1684	6	2 " 18 "
Рея	"	1672	9	4 " 12 "
Титан	Гюйгенс	1655	20	15 " 23 "
Фемида	В. Г. Пикеринг	1905	24	20 " 22 "
Гиперион	Бонд	1848	24	21 " 7 "
Япет	Кассини	1671	59	79 " 8 "
Феб	В. Г. Пикеринг	1897	215	546 " 12 "

Самое замечательное, что видно из этой таблички,—это пробелы между Реей и Титаном, затем между Гиперионом, Япетом и Фебом. Таким образом, пять внутренних спутников как бы образуют отдельную группу. Потом идет пробел, который по ширине превосходит расстояние от Реи до Сатурна; затем, опять идет группа спутников, к которой принадлежат Титан, Гиперион и Фемида. После этого опять пробел, который шире расстояния до Гипериона. Между Япетом и Фебом опять лежит пробел почти в три раза больший, чем расстояние до Гипериона. Кроме того, замечательны соотношения между временами оборотов четырех спутников Сатурна. А именно—время оборота третьего спутника почти в два раза больше, чем время оборота первого, время оборота четвертого почти равно в два раза больше, чем у второго. Четыре периода Титана почти как раз равны трем оборотам Гипериона.

Это последнее соотношение обнаруживается благодаря очень своеобразному действию силы тяготения на орбиты этих двух небесных тел. Орбита Гипериона, внешнего из этих двух спутников сильно отличается от круга, как это видно на рис. 33. Представим

себе этих спутников в определенный момент в соединении: Титана, как внутреннего и большего спутника около точки *A*, а Гипериона— внешнего и небольшого по массе спутника—около точки *a*.

По истечении 65 суток Титан совершит четыре оборота, а Гиперион — три, при чем они снова придут в соединение, хотя не

совсем в тех же точках их орбиты; пусть это будет в точках *B* и *b*. При третьем соединении они встретятся друг с другом несколько дальше точек *B* и *b* и т. д. За 19 лет эти точки соединений Титана и Гипериона совершат один полный круг, так что, по истечении 19 лет, соединения их снова начнут повторяться.

Это медленное перемещение точек соединения Титана и Гипериона делает то, что орбита Гипериона сама медленно переме-

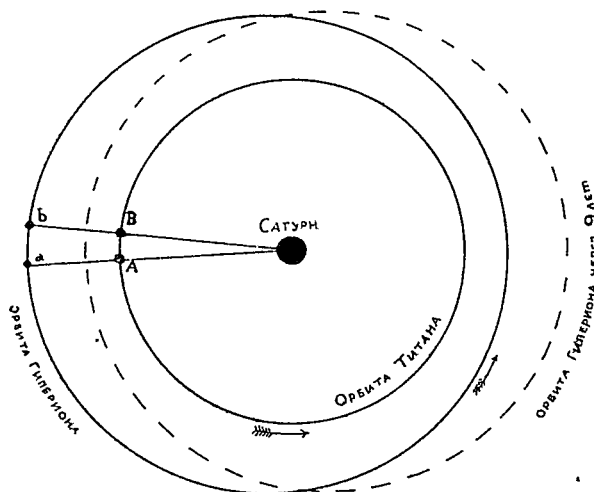


Рис. 33. Соотношения между орбитами Титана и Гипериона.

щается вместе с точкой соединения. Таким образом, соединение всегда происходит там, где расстояние будет наибольшее. Пунктирная линия на рис. 33 показывает, какому изменению подвергается, таким образом, орбита Гипериона через 9 лет. Нечто похожее происходит между первым и третьим, а также между вторым и четвертым спутниками Сатурна.

Интересно, что это явление, сколько мы знаем, есть единственное в своем роде и что оно нигде в солнечной системе не повторяется.

Взаимное притяжение между спутниками и веществом кольца Сатурна делает то, что все эти небесные тела, за исключением только самого внешнего спутника, движутся почти в плоскости кольца; кажется, будто бы и кольцо спутники Сатурна образуют одну неразрывно связанную систему.

25. Уран.

Уран—это седьмая из больших планет, если считать по их расстояниям от Солнца. Его обыкновенно считают телескопической планетой, хотя при остром зрении его можно увидеть и без помощи оптических инструментов. Если бы древние астрономы произвели

потому, что они невелики: вероятно, они не меньше других спутников, но потому, что они теряются в блеске самой планеты.

История открытия спутников Урана очень любопытна. В 1787 году В. Гершель нашел обоих внешних наиболее ярких спутников—Титанию и Оберона; кроме того, он полагал, что видит от времени до времени слабое свечение еще четырех, более удаленных спутников. Таким образом, более полу столетия Урану приписывали шесть спутников. Продолжительность этого заблуждения объясняется тем, что за все это время не был сооружен ни один телескоп, который превосходил бы своей силой телескоп Гершеля.

Только в 1845 году были сооружены Ласселем в Англии такие же сильные телескопы, из которых один был отражательный телескоп с отверстием более, чем в 1 метр. При помощи его, под чистым небом Мальты, Лассель исследовал мир Урана. При этом он обнаружил, что ни один из четырех предполагаемых Гершелем спутников Урана не существует. Но зато в 1851 году Лассель открыл двух новых спутников Урана, которые находятся так близко к планете, что все прежние наблюдатели, не исключая и Гершеля, не были в состоянии их увидеть.

В течение следующих 20 лет астрономы снова искали эти два вновь открытые спутника, названные Ариэлем и Умбриэлем, при помощи самых лучших телескопов; но все было напрасно, и некоторые астрономы даже стали сомневаться в существовании этих двух спутников. Наконец, зимою 1873 года, они снова были найдены в только что построенный 26-дюймовый телескоп Вашингтонской обсерватории; при этом оказалось, что их движение вполне согласуется с наблюдениями Ласселя.

Самой замечательной особенностью спутников Урана является то, что их орбиты почти перпендикулярны к плоскости орбиты планеты. Вследствие этого на орбите Урана есть такие противоположные друг другу точки, с которых орбиты спутников Урана представляются нам с ребра. Когда Уран находится вблизи одной из этих точек, нам с Земли кажется, что его спутники как бы качаются вверх и вниз, по обе стороны Урана. Затем, по мере движения Урана, орбиты спутников все более и более раскрываются для нас и делаются лучше видимыми. Через 20 лет мы видим их уже под прямым углом, т.-е. они кажутся нам тогда почти кругами. В последний раз орбиты спутников Урана были видны с ребра в 1882 г., и это повторится в 1924 г. Напротив того, в 1903 году мы видели их орбиты почти перпендикулярно к лучу зрения, и это время было наиболее благоприятным для наблюдения этих спутников.

Очень возможно, что дальнейшие наблюдения спутников Урана дадут возможность астрономам косвенным путем разрешить вопрос о вращении этой планеты вокруг оси. У Марса, Юпитера и Сатурна спутники их совершают свои обороты почти как раз в экваториальной плоскости соответствующих планет. Если бы то же самое мы

обнаружили $\dot{u}$ Урана, то из этого бы следовало, что экватор Урана стоит почти перпендикулярно к его орбите, а ось его лежит в плоскости орбиты и иногда может иметь направление как раз на Солнце. А если это так, то времена года должны на Уране наступать гораздо резче, чем на Земле.

Нужно упомянуть еще также о попытке разрешить вопрос о вращении Урана при помощи спектроскопа, как это было сделано для Венеры и колец Сатурна. Американский астроном Ловелл таким способом определил время вращения Урана вокруг оси в $10^3/4$ часа. Ничтожные колебания в свете планеты, которые периодически повторяются по истечении одного и того же промежутка времени, казалось, подтверждают эту скорость вращения Урана.

27. Нептун.

Насколько нам известно, Нептун представляет из себя самую внешнюю планету нашей солнечной системы. По массе и объему он мало отличается от Урана, но зато он гораздо дальше удален от Солнца, а именно—на 30 расстояний Земли от Солнца. В результате такого громадного расстояния, Нептун кажется нам значительно слабее, чем Уран, и поэтому его труднее наблюдать. Он стоит далеко за пределами видимости для невооруженного глаза; но уже в маленький телескоп его можно найти среди окружающих его звезд, если только мы точно знаем его положение на небе. Для этого, кроме того, нам нужна точная звездная карта.

Форму диска Нептуна можно различить только в телескопы больших размеров. Тогда планета кажется нам голубовато-свинцового цвета, отличающегося от зеленоватой окраски Урана. Спектр Нептуна дает те же и даже еще более сильные полосы, чем в спектре Урана; поэтому вполне вероятно, что оба эти тела имеют приблизительно одинаковый состав.

Само собою понятно, что немедленно после открытия Нептуна в 1846 году астрономы ревностно занялись его наблюдением. И вскоре Лассель открыл, что Нептун имеет спутника, который обходит вокруг Нептуна приблизительно в 6 суток. Этот спутник движется с востока на запад так же, как некоторые из новых спутников Юпитера и Сатурна. Было бы очень интересно узнать, вращается ли сам Нептун вокруг своей оси в том же направлении, в каком движется его спутник.

Но этого непосредственно нельзя определить, потому что Нептун так далек от нас и его диск кажется нам таким крошечным, что на нем нельзя увидеть какие-либо подробности. Только видя эти подробности и наблюдая их движение, можно определить скорость и направление вращения Нептуна. Если мы вспомним, что даже у такой близкой к нам планеты, как Венера, время оборота ее вокруг оси еще точно не определено, то для Нептуна, который так

далек от нас, трудно ожидать теперь непосредственного определения времени вращения Нептуна. Но есть косвенное доказательство того, что эта планета имеет быстрое вращение. А именно; выяснилось, что орбита спутника Нептуна с каждым годом изменяет свое положение в пространстве.

Единственной причиной такого явления является, вероятно, то обстоятельство, что Нептун так же, как Земля и другие быстро вращающиеся планеты, представляет из себя сплюснутый у полюсов шар. Кроме того, экваториальная плоскость планеты, очевидно, не совпадает с плоскостью орбиты спутника. Быть может, когда-нибудь астрономы смогут извлечь из этого движения сведения о положении полюсов и экватора Нептуна. Но, во всяком случае, для этого понадобятся еще наблюдения в течение долгого времени, может быть, в течение нескольких столетий.

28. История открытия Нептуна.

Открытие Нептуна в 1846 году с полным правом может считаться величайшим торжеством теоретической астрономии. Обстоятельства, которые привели к этому открытию, так интересны, что мы вкратце сообразим их здесь.

В 1820 году Бувар в Париже вычислил новые таблицы движения Юпитера, Сатурна и Урана, считавшихся тогда тремя внешними планетами нашей солнечной системы. Ему удалось довольно хорошо согласовать свои таблицы с движениями Юпитера и Сатурна; но все его усилия согласовать свои вычисления с наблюдаемыми положениями Урана на небе оказались напрасными. Пока он имел дело только с наблюдениями, которые производились после открытия планеты Гершелем, дело выходило довольно хорошо; но не было никакой возможности согласовать их с прежними наблюдениями Фламстида и Лемонье, когда планету принимали еще за неподвижную звезду. Поэтому Бувар бросил эти старые наблюдения, вычислил орбиту Урана согласно только новых наблюдений и опубликовал свои таблицы. Однако вскоре оказалось, что Уран с каждым годом все больше и больше удаляется от вычисленного положения, и астрономы начали недоумевать, в чем тут дело. Правда, отклонение это было очень невелико; оно никак не могло бы быть обнаружено простым глазом, но в телескоп оно ощущалось ясно и отчетливо.

Таковы были обстоятельства до 1845 года. В это время в Париже жил молодой математик Леверье; хотя имя его еще не было известно в ученом мире, но он уже зарекомендовал себя с наилучшей стороны некоторыми ценными научными работами.

Тогдашний директор Парижской обсерватории Араго был очень высокого мнения о способностях Леверье и направил внимание этого молодого ученого на движение Урана. Араго предложил ему поближе исследовать этот вопрос. Леверье взялся за эту задачу и вскоре

ГЛАВА ПЯТАЯ.

КОМЕТЫ.

Кометы, или хвостатые звезды, отличаются от до сих пор рассмотренных небесных тел своим внешним видом, удивительным движением и внезапностью своего появления. Некоторая тайна все еще окружает вопрос об их строении.

I. Вид комет.

Если мы хорошенько рассмотрим яркую комету, то мы различим в ее внешнем виде три части, которые, однако, нельзя считать отдельными друг от друга, ибо нет резкой границы между ними.

Особенно ярко выступает невооруженному глазу похожее на звезду уплотнение; оно называется ядром кометы.

Это ядро окружает туманная, как облачко, масса, постепенно слабеющая к внешнему краю. Это — так называемая оболочка кометы. Ядро и оболочка кометы вместе образуют так называемую голову кометы.

Таким образом, голова кометы имеет вид звезды, сверкающей сквозь круглое туманное пятно. За головой кометы обыкновенно идет хвост, который может иметь очень большую длину. У небольших комет он, большею частью, короткий, зато у больших он тянется огромною дугою по всему небу. Вблизи головы кометы он обыкновенно узкий и яркий, но по мере удаления от ядра он становится шире и слабее. К концу он ослабевает так постепенно, что совершенно теряется на небе, и глазу почти невозможно установить его границы.

Что хвосты комет большею частью направлены от Солнца, было известно уже древним китайским астрономам. Позднее Кеплер высказал предположение, что какая-то исходящая от Солнца сила производит отталкивательное действие на хвосты комет. Только в наше время удалось вполне правильно объяснить это явление и установить законы, по которым происходит это отталкивание.

У комет мы замечаем различную степень яркости. В то время, как большие кометы представляют великолепное, очень яркое зрелище на небе, огромное число небольших комет остаются совершенно невидимыми для простого глаза. Такие кометы называются телескопическими и кометами. Между телескопическими и яркими кометами нет существенной разницы, потому что как у самых слабых, так и самых ярких комет мы наблюдаем те же изменения блеска и внешнего вида кометы.

Сколько можно судить по летописям, в столетие бывает обыкновенно от 20 до 30 ярких комет, видимых простым глазом. Если прибавить к этому телескопические кометы, то оказывается, что в столетие появляется несколько сот комет.

В настоящее время можно считать, в среднем, от 3 до 5 появлений комет в год. Число их в большинстве случаев зависит от чистой случайности; но, без сомнения, бывают годы, в которые наблюдается особенно много комет, и, наоборот, годы, особенно бедные кометами.

Как ревностно охотятся за кометами некоторые астрономы и любители астрономии, видно из того, что часто одна и та же комета бывает открыта двумя наблюдателями почти одновременно. Об открытии новой кометы нужно сообщить в Центральное Астрономическое Бюро в Киле, которое затем сообщает об этом по всем обсерваториям мира.

2. Движение комет вокруг Солнца.

Через несколько десятилетий после открытия телескопа данцигский астроном Гевелий установил, что кометы в своем движении похожи на планеты, так как они тоже движутся вокруг Солнца. Но только, Ньютону удалось доказать, что движение комет есть результат действия силы притяжения Солнца. Существенное отличие, однако, заключается только в том, что орбиты комет не имеют такой кругообразной формы, какие наблюдаются у планет. Орбиты комет суть сильно вытянутые эллипсы, и в большинстве случаев они так сильно вытянуты, что нельзя определить, где находится у них афелий.

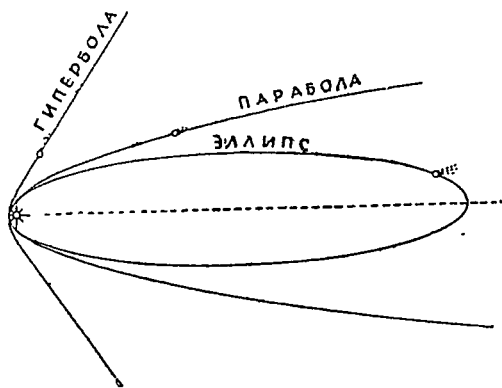


Рис. 34. Формы кометных орбит: эллипс, парабола, гипербола.

Ньютон установил как общее правило, что всякое тело, движущееся под влиянием притяжения Солнца, всегда перемещается вокруг Солнца по эллипсу, или по параболе, или по гиперболе (см. рис. 34). Эллипс, как нам известно, замкнутая кривая; но совсем другое представляют собой парабола и гипербола. Обе они уходят в бесконечность двумя расходящимися ветвями; у параболы эти ветви принимают почти параллельное направление, а у гиперболы они быстро расходятся (см. рис. 34).

Но бывают и такие кометы, которые имеют значительно меньшую скорость. Эти кометы совершают свой путь вокруг Солнца в более короткие, легко определяемые промежутки времени и называются поэтому периодическими кометами. Как постоянные члены нашей солнечной системы, они представляют для нас значительно больший интерес, чем те кометы, которые появляются вблизи Солнца только один раз и затем снова исчезают навсегда или на столетия в небесном пространстве.

3. Комета Галлея.

Первая комета, для которой была установлена правильная периодичность, известна в истории астрономии под именем кометы Галлея. Эта яркая, но отнюдь не слишком блестящая комета появилась в августе 1682 года, наблюдалась в течение неполного месяца и затем снова исчезла.

Чтобы доказать справедливость закона тяготения Ньютона и для комет, Галлей, ученик и друг Ньютона, вычислил в 1705 году, на ряду со многими другими кометами, орбиту и этой кометы. При этом он нашел, что орбита этой кометы почти в точности совпадает с орбитами комет, появлявшихся в 1607 г. и в 1531 г.

Едва ли можно было предположить, что три кометы движутся по совершенно одинаковой орбите и приблизительно на равных расстояниях друг от друга, чтобы навсегда потом уйти от Солнца. Во всяком случае, наоборот, скорее можно было предположить, что комета 1682 года принадлежит к нашей солнечной системе и описывает вокруг Солнца эллипс с периодом оборота около 75 лет. Если это действительно так, то ее должны были наблюдать и раньше через промежутки времени приблизительно в 75 лет. И, действительно, Галлею удалось доказать, что еще более древняя, чрезвычайно яркая комета 1456 года также есть не что иное, как эта же комета 1682 года. Эти четыре появления одной и той же кометы в 1456, 1531, 1607 и 1682 годах дали Галлею возможность предсказать, что эта комета снова вернется к своему перигелию около 1758 или 1759 года.

Незадолго до этого срока, до которого не дожил Галлей, один из самых замечательных французских математиков того времени, Клеро, вычислил влияние притяжения Юпитера и Сатурна на движение этой кометы. Отсюда Клеро нашел, что обе эти планеты настолько задерживают возвращение кометы, что она достигнет своего перигелия не раньше весны 1759 года. Действительно, эти предсказания Клеро оправдались, — комета вновь появилась только в конце 1758 года и прошла свой перигелий 12 марта 1759 года.

Следующее появление кометы Галлея произошло в 1835 году. На этот раз несколько математиков вычислили влияния планет, в особенности открытого за это время Урана, на время оборота этой кометы.

Их вычисления оказались так точны, что время прохождения кометы через перигелий было определено с точностью до 3 суток.

Последнее прохождение этой кометы через перигелий было 20 апреля 1910 года, а 20 мая того же года эта комета особенно



Рис. 35. Комета Галлея 4 мая 1910 года.

близко подошла к Земле (см. рис. 36). Рано по утрам и в вечерние сумерки весной 1910 года ее можно было видеть простым глазом, но она не была тогда особенно яркой.

На юге в первой половине мая 1910 г. эту комету можно было хорошо наблюдать перед восходом Солнца; при этом она отличалась

не столько особенным блеском, сколько своей величиной. И не задолго до наибольшей близости этой кометы к Земле ее нежный хвост простирался по небу дугою в 90 градусов.

В самое последнее время астрономы проследили по летописям появления этой кометы и раньше 1456 года, в особенности, когда ученым стало известно большинство китайских летописей. Решением этой задачи прославились главным образом английские астрономы—Гинд, Коуэлл и Кроммелин.

На основании их работ мы можем теперь установить сроки прохождения кометы Галлея в древности почти вплоть до 240 г. до нашей эры. Таким образом, в противоположность с другими кометами, здесь мы имеем дело с необыкновенно постоянным небесным телом. Такова комета Галлея.

4. Комета Энке и комета Биела.

Одна из периодических комет, наблюдаемая наиболее часто и правильно, носит имя Энке, который впервые точно определил ее движение. Впервые она была открыта в 1786 году; но, как это часто бывает, ее орбита не могла быть хорошо определена из-за очень небольшого количества наблюдений.

Затем, во второй раз комета была открыта в 1795 году, и ее наблюдали снова в 1805 и в 1818 году. Только теперь ее орбита была точно определена, при чем выяснился периодический характер кометы и ее тождество с кометами 1786, 1796, 1805 и 1819 годов. Это сделал Энке, и он же установил период этой кометы в 3 года и 110 суток. Этот период, подобно периоду кометы Галлея, меняется немного вследствие притяжения планет, в особенности Юпитера. Теперь комету Энке наблюдают при каждом ее возвращении к Солнцу.

Комета Энке, кроме краткости своего периода, самого короткого из всех периодических комет, интересна еще и в другом отношении. Еще Энке указал на основании первых ее появлений, что время обо-

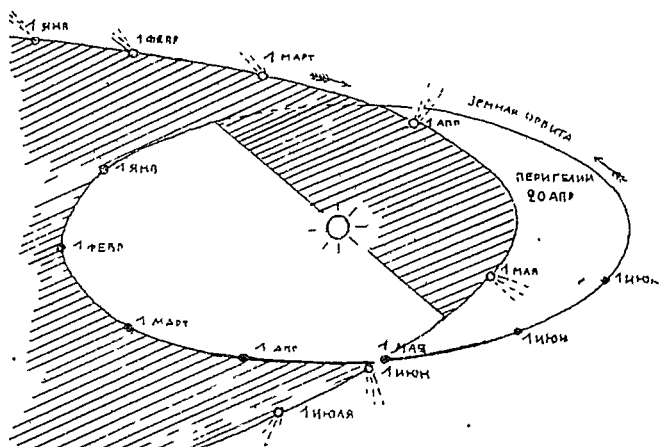


Рис. 36. Движение кометы Галлея до и после перигелия в 1910 году.

рота этой кометы постепенно уменьшается, вероятно вследствие сопротивления, которое оказывает на ее движение среда, окружающая Солнце. Впоследствии многие выдающиеся астрономы, и среди них, в особенности, Баклунд, покойный директор Пулковской обсерватории, старались разрешить этот вопрос. Это удивительное возмущение движения кометы Энке приблизительно с 1860 года значительно уменьшилось; поэтому новейшие исследователи движения кометы Энке отказались от предположения существования сопротивляющейся среды вокруг Солнца. В настоящее время это медленное уменьшение времени оборота кометы Энке объясняется притяжением какого-то неизвестного нам пока тела внутри солнечной системы.

Самый редкий случай периодической распавшейся кометы представляет, без сомнения, комета Биела. Ее наблюдали впервые в 1772 году, но ее периодический характер был установлен значительно позднее, а именно—в 1826 году австрийцем Биела. Время ее оборота оказалось равным $6\frac{3}{4}$ года, так что можно было снова ожидать ее возвращения в 1832 и 1839 году. Но как раз в это время комета находилась в таком положении относительно Земли что, комету нельзя было найти на небе. Таким образом, она снова наблюдалась только к концу 1845 года.

Но когда она в это время приблизилась к Земле, то оказалось, что комета разделилась на две, ясно отдельные друг от друга, кометы. Сначала меньшая из них была очень слабой; но она становилась все ярче и ярче, и, наконец, стала такой же яркой, как другая комета. Во время следующего возвращения в 1852 году обе эти кометы стояли уже на расстоянии большем, чем $2\frac{1}{2}$ миллиона километров друг от друга, между тем как в 1846 году их расстояние составляло приблизительно только 300.000 км. Последние наблюдения этой интересной кометы были произведены в сентябре 1852 года. Хотя с тех пор комета эта должна была совершить много оборотов, но ее больше не видели.

Вполне возможно предположить, что эта комета продолжала распадаться на отдельные части все дальше и дальше и, в конце концов, вероятно, вещество кометы совершенно рассеялось. В дальнейшем мы узнаем более подробно, из чего состояла эта комета. Кроме кометы Биела, еще несколько из 40 или 50 известных нам периодических комет также совершенно исчезли. При каждом своем возвращении к Солнцу они становились все слабее и слабее, и все труднее и труднее было их наблюдать, пока, наконец, они не сделались совершенно невидимыми.

5. Семьи комет.

Французскому астроному Мессье в июне 1770 года удалось открыть одну интересную комету. Когда орбита этой новой кометы была вычислена Лекселем, по имени которого и называют сейчас

Причина этого была скоро найдена. Оказалось, что эта комета, после двух своих прохождений через перигелий, попала в непосредственную близость к Юпитеру, который своим мощным притяжением до такой степени изменил ее орбиту, что комета навсегда ушла из нашей солнечной системы (см. рис. 37).

Diagram illustrating the orbits of Jupiter (ЮПИТЕР), Mars (МАРС), and a comet (КОМЕТА). The Sun is at the center. The diagram shows the orbits of Jupiter and Mars, and the new orbit of the comet (НОВАЯ ОРБИТА КОМЕТЫ). The perihelion point (ПЕРИОНИЧЕСКОЕ МЕСТО) of the comet's orbit is marked.

Рис. 37. Изменение орбиты кометы вследствие притяжения Юпитера.

Популярная астрономия

Результаты этих исследований заставили пересмотреть орбиты и других периодических комет. При этом оказалось, что большее число комет также близко проходят от Юпитера, и едва ли можно сомневаться в том, что они захвачены этой мощной планетой. Подобные семьи комет, хотя менее многочисленные, мы находим также у Сатурна и у Урана.

Можно было бы теперь спросить, не улавливаются ли вообще все периодические кометы планетами. На этот вопрос приходится, однако, ответить отрицательно, так как, например, самые знаменитые периодические кометы Галлея и Энке, ни в одной точке своей орбиты не приближаются к какой-нибудь большой планете настолько, чтобы планета могла так катастрофически повлиять на движение этих комет.

Наоборот, можно поставить вопрос, не принадлежали ли первоначально все кометы к солнечной системе, и только некоторые из них, благодаря возмущающим влияниям планет, получили параболическую или даже гиперболическую орбиту и навсегда вышли из нашей солнечной системы. После исследований Штрёмгrena с большой вероятностью можно ответить на этот вопрос в утвердительном смысле.

Рядом с теоретическими соображениями за принадлежность комет к нашей солнечной системе говорят и другие соображения. Мы увидим дальше, что наше Солнце не стоит на одном месте, но со всеми планетами движется во вселенной. Если даже мы примем, что кометы приходят к нам из различных уголков вселенной, лежащих вне солнечной системы, все же тот факт, что кометы принимают участие в движении Солнца и солнечной системы, когда они находятся еще далеко вне ее пределов, доказывает принадлежность комет к нашей солнечной системе. Если бы кометы, действительно, приходили из межзвездного пространства, то нельзя ничем объяснить, почему они не летят прямо на Солнце и не прекращают здесь своего движения.

Таким образом, в настоящее время можно вполне определенно высказать мнение, что кометы описывают вокруг Солнца более или менее вытянутые эллиптические орбиты, которые отличаются от планетных орбит только своей большей приплюснутостью и большим временем оборота.

Если кометы во время своего пребывания в солнечной системе проходят очень близко от какой-нибудь планеты, то эта планета может повлиять на движение кометы двояким образом: или планета сообщит движению кометы ускорение и выбросит ее на еще большее расстояние от Солнца, чем раньше, или же скорость кометы замедлится, вследствие чего комета будет описывать вокруг Солнца меньшую орбиту. Во всяком случае, разнообразие орбит комет можно объяснить, большую частью, как следствие подобного рода влияний планет.

6. Яркие кометы последних десятилетий.

Очень яркие кометы, которые появляются время от времени на небе, представляют для каждого огромный интерес. Однако появление такой яркой хвостатой звезды, насколько позволяют нам судить наши современные знания, есть чистая случайность. Из так называемых больших комет в 19 столетии появилось всего только пять или шесть. Между ними в особенности знамениты кометы: 1811, 1843, 1858 и 1882 годов.

Самой интересной и самой блестящей из них была комета 1858 г., которая носит имя открывшего ее флорентинского астронома Донати (см. рис. 38). История ее появления наглядно показывает нам те изменения, которые обыкновенно испытывает с течением времени такая комета. Ее видели в первый раз 2 июня 1858 г., но тогда ее можно было видеть только в телескоп, и в телескопе она имела вид слабой туманности, похожей на крошечное белое облачко. Хвоста не было видно; не было также видно ничего особенного, что могло бы указать на то, во что обратится это маленькое облачко.

С середины августа 1858 года стал постепенно образовываться хвост и в начале сентября комета эта была видна уже простым глазом. С этого времени комета росла с необычайной быстротой, и с каждым вечером она казалась все больше и ярче. В течение целого месяца она передвинулась на небе очень немного, и ежедневно вечером можно было наблюдать ее на западной части неба. 10 октября



Рис. 38. Комета Донати в 1858 г.

1858 года яркость ее стала наибольшей. Как раз в это время астроном Бонд на Гарвардской обсерватории получил превосходные изображения этой кометы, из которых один приведен на рис. 38. После 10 октября яркость кометы начала быстро убывать. При этом она двигалась к югу и, наконец, стала невидима для жителей северного полушария; в южном полушарии Земли ее можно было проследить еще до марта 1859 года.

Не успела комета совершенно исчезнуть, как астрономы успели достаточно точно определить ее орбиту. При этом оказалось, что орбита эта не представляет собой параболу, но является сильно растянутым эллипсом. Период обращения у этой кометы получился около 1900 лет.

Таким образом, в предыдущем ее возвращении к Солнцу ее должны были наблюдать приблизительно в первом веке до нашей эры. Однако, нет никаких указаний, которые давали бы возможность вполне точно сказать, что эта комета действительно была видна раньше. Ее нужно снова ожидать лишь в 3800 или 3900 году нашей эры.

В истории комет имеется еще следующее любопытное явление: найдено несколько комет, которые движутся почти по одной и той же орбите. Таковыми являются, например, кометы 1843, 1880 и 1882 годов. Первая из этих комет является одной из самых достопримечательных комет всех времен: она прошла так близко от Солнца, что почти задела его поверхность; во всяком случае она безусловно прошла сквозь наружные части солнечной короны.

В конце февраля 1843 года она совершенно внезапно стала видна среди бела дня в непосредственной близости к Солнцу; при этом она раскинула хвост, который, простирался на расстояние большее чем на 200 миллионов километров. В это время было распространено одно ни-на чем не основанное предсказание кончины мира как раз в 1843 году. Поэтому можно себе представить, сколько было глупых людей, которые увидели в этой комете первый признак предсказанной катастрофы.

В апреле 1843 года комета снова исчезла, так что время, когда ее можно было наблюдать, было довольно коротко. Орбита этой кометы несколько отличалась от параболы, а относительно времени ее возвращения можно было сказать что она вернется не раньше, как по истечении нескольких столетий. Но велико было изумление астрономов, когда 37 лет спустя опять открыли комету в непосредственной близости к Солнцу, при чем комета эта двигалась почти по той же орбите, как большая комета 1843 года.

Первым вестником ее приближения был ее необычайно длинный хвост, который после захода Солнца еще подымался из-под горизонта. Этот хвост был виден в Аргентине, на мысе Доброй Надежды и в Австралии уже в конце января 1880 года, в то время как го-

лова выступила из солнечных лучей и стала видна только 4 февраля. Затем, комета передвинулась еще дальше на юг и исчезла, так что наблюдатели нашего северного полушария ни разу не видели этой кометы.

Тогда возник вопрос, имеем ли мы здесь дело с двумя отдельными кометами или с одной и той же кометой, так как орбита этой кометы имела большое сходство с орбитой кометы 1843 года. Вопрос этот был разрешен появлением в 1882 году еще третьей кометы, которая двигалась почти по той же самой орбите (см. рис. 39).

Эта новая комета безусловно не могла быть той же самой кометой, которая была видна только 2 года тому назад. Таким образом, мы здесь имеем случай, когда три яркие, очень похожие друг на друга кометы, движутся по одной и той же орбите на различных расстояниях друг от друга. Возможно, что к этой группе комет принадлежит еще несколько комет, так как уже в 1680 году прошла очень большая комета также очень близко от Солнца, хотя орбита ее несколько отличается от орбиты кометы 1843 года. Повидимому, вероятнее всего, что эти кометы составляли когда-то одну туманность, распавшуюся потом на отдельные части, которые продолжали двигаться в той же самой своей первоначальной орбите. Это предположение подтверждается тем, что такой распад вещества непосредственно наблюдался несколько раз, например, у кометы Биела и у некоторых других комет.

Последние десятилетия были, без сомнения, особенно бедны яркими кометами. Комета, открытая горнорабочими в январе 1910 года на шахтах в Южной Африке, была значительной величины и яркости, и ее можно было видеть даже днем на небе недалеко от Солнца. Ее блеск, однако, убывал так быстро, что эта комета не произвела особенно сильного впечатления.



Рис. 39. Большая комета, появившаяся в сентябре 1882 года.

На вопрос, который часто теперь задается: когда ожидается появление новой яркой кометы? — невозможно дать определенного ответа, потому что все периодические кометы незначительны по своей яркости, а большие, действительно яркие, с длинными хвостами кометы, появляются, как мы видим, очень редко и совершенно случайно.

7. Физическое строение комет.

Вопрос о природе комет должен еще считаться неразрешенным во многих существенных своих частях. Ядро кометы, даже у ярких и больших комет, вряд ли представляет из себя твердое тело. Это было установлено замечательным наблюдением, которое является исключительным в истории астрономии. 17 сентября 1882 года астрономам Капской обсерватории и обсерватории в Кордове удалось наблюдать постепенное приближение к солнечному диску кометы 1882 года, когда она почти прикоснулась к солнечной поверхности.

К их величайшему изумлению комета эта совершенно исчезла с поля зрения с того момента, как только она коснулась края Солнца. Таким образом, или ядро кометы было прозрачно, или же его твердая внутренняя часть была слишком мала, чтобы оставаться различимой при этом прикосновении к солнечному диску. Почти то же самое наблюдалось и в 1910 году у кометы Галлея.

Кроме этих наблюдений, есть еще другие основания полагать, что кометы не твердые тела, но скорее собрание отдельных частиц метеорного вещества, величина которых колеблется от размеров песчинки до объема падающих иногда с неба метеорных камней. Изменения формы, которым так часто подвергаются кометы, когда они проходят вблизи Солнца, указывают нам на то, что у комет не может быть, подобно планетам, большого твердого ядра.

Только более яркие кометы могли быть в последнее время точно исследованы в спектроскоп, потому что свет этих небесных тел для этого слишком слаб. Однако, нужно считать доказанным, что кометы сияют не только отраженным, но и собственным светом. Главной особенностью спектра комет являются светлые полосы, поразительно похожие на те, которые видны в спектрах окиси углерода, азота, циана и других углеродистых и азотистых соединений.

Таким образом, когда комета находится в ближайшем расстоянии от Солнца, т.-е. в перигелии, — солнечные лучи не только сильно освещают составные части кометы, но и сильно нагревают их, благодаря чему и выделяются эти газы. Случаи же, когда наблюдалось свечение этих газов уже на очень больших расстояниях от Солнца, остаются пока для нас необъяснимыми.

Если тщательно наблюдать яркую комету в телескоп глазом или на фотографической пластинке, то можно заметить, как от головы кометы тянется по направлению к Солнцу туманная оболочка, которая затем загибается в обратную сторону и, наконец, вытяги-

брасываются отталкивательной силой солнечных лучей и образуют в конце концов поток вещества из ядра кометы, отстающий при движении кометы в виде длинного хвоста. Таким образом, и тот факт, что хвосты комет направлены всегда от Солнца, находит себе простое объяснение.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Метеоры.

Каждый из наших читателей, наверное, не раз видел падающую звезду, ту блестящую звездочку, которая пролетает по небу, оставляя иногда длинный, иногда короткий след, чтобы окончательно исчезнуть. Может быть, читатель видел и более редкое явление, — огненный шар, внезапно появившийся ночью на небе, а затем быстро распавшийся на бесчисленное количество искр.

Астрономы называют как падающие звезды, так и эти огненные шары одним названием — метеоры.

1. Происхождение и состав метеоров.

Почти каждый ясный вечер в году внимательный наблюдатель может насчитать до дюжины метеоров в течение одного часа. Иногда, как, например, между 10 и 15 августа, во второй половине ноября, и т. д., их бывает особенно много. Иногда падающие звезды наблюдались в таком количестве, что вызвали изумление и ужас зрителей. Замечательные случаи таких звездных дождей были, например, в 1799, 1833 и 1866 годах. В 1833 году негры в Америке пришли в такой ужас от этого явления, что воспоминание о нем сохранилось у их потомков до настоящего времени.

Еще в начале XIX века было неизвестно происхождение метеоров; но теперь его можно считать достаточно выясненным. Вполне наверное можно считать, что кроме планет, их спутников и комет, вокруг Солнца движется еще бесчисленное количество космических частиц как отдельно друг от друга, так и целыми группами. Вследствие небольших размеров этих частиц, они не видны даже в самые сильные из современных телескопов, потому что большая часть этих телец едва достигает величины булыжника, а во многих случаях — величиной только с песчинку.

Метеоры, с которыми на своем пути встречается Земля, имеют скорость от 10 до 50 км. в секунду. Когда они с такой чрезвычайно большой скоростью попадают в земную атмосферу, они сразу же так сильно нагреваются от трения о воздух, что их вещество, как бы

твердо оно ни было, совершенно испаряется, излучая яркий свет. Таким образом, то, что мы называем падающей звездой, и есть эта сгоревшая от встречи с земной атмосферой космическая частичка, летящая в небесном пространстве.

Само собою понятно, что явление падающей звезды тем ярче и тем длительнее, чем больше и тверже эта космическая частичка. Иногда же эта космическая частица бывает так велика и обладает такой силой сопротивления этому сгоранию, что она приближается к Земле в виде огненного шара даже на расстояние всего нескольких километров, пока она окончательно не расплавится и не сгорит. При этих случаях часто бывает слышен несколько минут после исчезновения метеора сильный шум, напоминающий треск оружейной стрельбы.

Но очень редко наблюдается, что эта космическая частица так велика, что она достигает Земли, прежде чем успеет совершенно сгореть. Тогда мы имеем дело с падением так называемого метеорита. Бжегодно в той или другой стране на Земле случается наблюдать падение такого метеорита. В истории известны знаменитые падения метеоритов в 823, 1492, 1511, 1751 и 1868 годах.

Недавно удалось найти метеорит только на основании вычислений пути его полета в земной атмосфере; таким образом был найден метеорит, упавший в 1916 году в Трейза.

Вес метеорита часто бывает значителен. Случаются иногда массы весом в несколько сот килограммов; при этом надо еще принять во внимание, что очень редко метеориты достигают Земли в виде одного куска, чаще же всего они разрываются уже в земной атмосфере на несколько кусков. В этом отношении знаменит огромный метеорит, найденный в Канон Дьябло (Калифорния), который своим падением, вследствие происшедшего при этом взрыва, вырыл в песчанной почве воронку обхватом в $3\frac{1}{2}$ км.

При внимательном исследовании метеоритов обнаружено, что их можно распределить на два существенно различных друг от друга класса, а именно, на каменные метеориты и железные метеориты. Первые не слишком сильно отличаются по своему составу от вулканических горных пород Земли, другие же, наоборот, состоят почти целиком из чистого железа, как известно, редко встречающегося в чистом виде на земной поверхности. Как те, так и другие метеориты, вследствие большой скорости полета их через земную атмосферу, оплаиваются на наружной поверхности.

Метеориты, в особенности те, падения которых наблюдались, тщательно собираются и хранятся, как очень ценные предметы, в различных минералогических музеях всего земного шара. В особенности известны богатые и знаменитые собрания метеоритов в музеях: Вены, Лондона, Вашингтона, и Академии Наук в Ленинграде.

2. Периодические потоки падающих звезд.

Величайшим открытием нашего времени в области метеоров являются потоки падающих звезд, повторяющиеся в определенные времена года. Особенно замечателен в этом отношении ноябрьский поток, названный Леонидами. Он назван так потому, что метеоры этого потока кажутся исходящими из созвездия Льва. Обычно, они не бывают особенно обильны; но каждые 33 года их выпадает так много, что падение их напоминает зрелище звездного дождя. Каждую минуту тогда темное ночное небо прорезывается многими сотнями метеоров, летящими во всех направлениях.

Об этих необыкновенно сильных потоках Леонид есть указания в летописях, начиная с 599 г. нашей эры. Но первое, более точное описание такого падения Леонид относится только к 1799 году, когда их наблюдал Александр Гумбольдт в Америке при особенно благоприятных условиях.

Следующий такой звездный дождь наблюдался в 1833 году. Уже тогда Ольберс пришел к мысли, что этот метеорный поток должен быть тем же самым потоком, который наблюдал А. Гумбольдт в 1799 г., т.-е. этот поток имеет период в 34 года. На основании этого, Ольберс предсказал возможность повторения этого звездного дождя в 1867 году, и оказался правым, потому что такой звездный дождь действительно произошел в ноябре 1866 года и 1867 года. Этот звездный дождь был ничуть не слабее звездного дождя 1833 и 1799 годов.

Наблюдения звездного дождя в 1866 и 1867 г. велись гораздо тщательнее, чем когда-либо раньше; они привели к замечательному астрономическому открытию—связи метеоров и комет. Если мы станем отмечать во время звездного дождя путь каждого метеора линией на звездной карте и будем продолжать эти линии, то оказывается, что они все пересекутся в одной определенной точке неба. Например, для потока Леонид она лежит в созвездии Льва. Эту точку называют радиантом или точкой радиации.

Таким образом, линии, по которым двигаются метеоры, все выходят как будто из этой одной точки; но не следует отсюда думать, что метеоры действительно падают из этой точки неба. Метеоры на самом деле двигаются вокруг Солнца по параллельным орбитам целым роем; но мы видим их летящими из одной точки—радианта. Это происходит по тому же самому, почему параллельные линии нам кажутся всегда далеко сходящимися в одной точке. Существование радианта, таким образом, доказывает, что метеоры принадлежат к одному потоку.

3. Связь между кометами и метеорами.

Зная период обращения метеорного потока Леонид в 33—34 года и точное положение его радианта, астрономы определили орбиту этого потока. Такое определение орбиты метеорного потока Леонид было произведено Лавверье вскоре после открытия этого потока в 1866 году. Это произошло совершенно случайно. В декабре 1865 года наблюдалась комета, которая прошла через свой перигелий в январе 1866 года. Время оборота этой кометы согласно вычислениям Оппольцера, лишь немногим отличалось от 33 лет. Когда Оппольцер опубликовал об этом, то он совсем не заметил, что орбита этой кометы почти совпадает с орбитой, вычисленной Лавверье для метеорного потока Леонид.

Только Скиапарелли установил это замечательное сходство и обратил на него внимание астрономов. Больше не оставалось никаких сомнений: тела, которые являются причиной метеорного потока Леонид, двигались по тому же пути, как и комета 1866 года. Отсюда недалеко было до заключения, что метеоры потока Леонид первоначально вообще составляли часть этой кометы и только потом от неё отделились.

Подобная же связь с кометой была найдена и при наблюдении августовского потока (Персеид). Действительно, метеоры этого потока имеют радиант в созвездии Персея и движутся по орбите кометы 1862 года. Период этой кометы не определен вполне точно, его считают равным от 100 до 200 лет.

Третий подобный случай сходства кометы с метеорным потоком обнаружился немного лет спустя, а именно—в конце 1872 года. Мы уже раньше говорили об исчезновении кометы Биела. Орбита этой кометы пересекает орбиту Земли в той же, приблизительно, точке, через которую Земля проходит в конце ноября. Хотя комета Биела уже с 1852 г. стала совершенно невидимой, но путем вычислений все-таки можно было и дальше проследить движение частиц этой кометы. Таким образом, можно было предполагать, что части этой кометы должны пересечь земную орбиту в начале сентября 1872 года, т.-е. приблизительно за 3 месяца до прохождения Земли через ту же точку.

Если бы остатки этой кометы рассеялись на большее пространство, то Земля должна была еще встретиться с ними 27 ноября. Значит, в этот вечер следовало ожидать сильного звездного дождя. Можно было также заранее указать, что положение радианта этого метеорного потока находится в созвездии Андромеды. Предсказание это действительно оправдалось во всех отношениях, и с тех пор Андромедиды, как называли этот метеорный поток, наблюдаются

каждый год 27-го ноября, хотя далеко не так обильно, как он наблюдался в 1872 году.

Теперь мы должны сказать также и о некоторых неисполнившихся ожиданиях. Так, комета 1866 года должна была вернуться между 1899 и 1900 годами, но ее не видели (вероятно, по той причине, что она проходила через перигелий на слишком большом расстоянии от Земли). Но еще удивительнее это — то, что образовавшийся метеорный поток Леонид не наблюдался в большом количестве ни в 1899, ни в 1900 году, как этого ожидали. Причина этого заключалась, вероятно, в том, что этот метеорный поток был отклонен от своего пути притяжением планет, и в особенности Юпитера, к которому он подошел очень близко во время последнего своего оборота.

Если мы подведем итог всему сказанному о метеорах, мы можем вполне определенно утверждать, что большинство метеоров суть обломки многочисленных комет, которые раньше двигались вокруг Солнца и постепенно распались на мельчайшие частички. Эти частички следуют за главной массой кометы по ее орбите, как отсталые за армией. Когда же Земля на своем пути встречает поток этих обломков, то наблюдается звездный дождь.

В заключение нужно сказать, что не все падающие звезды, и в особенности огненные шары, можно считать остатками комет. Согласно исследований Элькина и других, скорость движения этих тел часто превосходит предельную скорость движения по параболе. Из этого следует, что некоторые метеоры двигаются по гиперболе. Но мы видели, что небесные тела, движущиеся по гиперболе, могут приходить к нам только из далеких межзвездных пространств вселенной и ни в коем случае не находятся в какой-нибудь связи с нашей солнечной системой.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Звезды.

Закончив наш общий обзор той маленькой части вселенной, в которой мы живем, исследуем теперь те далекие небесные пространства, которые наполнены тысячами звезд, видимых нами на небе. В этой области астрономии, как раз за последние годы, сделаны чудеснейшие открытия, и те познания о мире звезд, которыми мы располагаем в настоящее время, даже Гершель считал бы недостижимыми.

Беспредельность этой области знания вынуждает нас ограничиться изложением лишь важнейших отделов из того, что мы знаем о строении этих далеких миров.

1. Что такое звезды?

На всем протяжении человеческой жизни люди постоянно задавали себе вопрос: «что такое, собственно говоря, звезды?». Еще недавно никто не мог дать на этот вопрос вполне определенный ответ. Даже в начале истекшего столетия о неподвижных звездах могли сказать немного больше того, что это — очень далекие, светящиеся тела, подлинное же строение их было покрыто полной тайной.

В настоящее время мы можем определить звезды, как огромные шары, состоящие, вероятно, из газообразной материи. Теперь мы знаем, что у них чрезвычайно высокая температура, что они сияют своим собственным светом и, обладая огромной массой, могут излучать свет и тепло бесчисленные миллионы лет, не остывая.

Из этого следует, что каждая неподвижная звезда это — Солнце. То, что мы знаем о Солнце, более или менее приложимо и к множеству звезд. Конечно, мы не можем точно исследовать их поверхность, потому что они так удалены от нас, что даже в самые сильные телескопы кажутся нам маленькими светящимися точками. Но сходство их в остальном с нашим Солнцем позволяет заключить, что каждая звезда на соответственно близком расстоянии от нас казалась бы нам такой же, как наше Солнце.

Таким образом, мы можем приписать звездам некоторые свойства Солнца: мы можем ожидать, что некоторые из этих небесных тел имеют фотосферу с факелами и пятнами, другие же окружены атмосферами из водорода и кальция. Однако, звезды так различны между собой, что между ними могут оказаться сильно отличающиеся от нашего Солнца. Действительно, если внимательно посмотреть, то среди звезд не найдется и двух одинаковых по своему физическому строению, одинаковых величиной, яркостью и температурой, так же как и на Земле напрасно было бы искать двух людей с совершенно одинаковым внешним обликом.

Несмотря на это разнообразие звезд, в течение последних десятилетий астрономы распределили звезды по их физическому строению на определенные группы и классы. Например, мы сейчас знаем, что звезды по массе своей, т.-е. по количеству вещества, не сильно различаются между собой, и то же самое можно сказать и в отношении химического их состава. Наоборот же, температура, плотность и величина звезд чрезвычайно различны, так что группировку звезд нужно производить на основании этих признаков.

Но не одни только звезды наполняют далекую вселенную. Между ними рассеяны огромные светящиеся массы из чрезвычайно тонкого вещества, которые называются по их виду туманностями или туманными пятнами. По объему они значительно больше Солнца и даже самых больших звезд. Самые меньшие из них, которые мы вообще наблюдали глазом в телескоп

или при помощи фотографии, имеют размеры, вероятно, в 100, а в иных случаях, и в 1000 раз большие, чем вся наша солнечная система. Туманность, величиною только с нашу солнечную систему, была бы, вероятно, невидима даже в самые сильные на Земле телескопы и ни в коем случае не может быть снята на фотографическую пластинку.

2. Величина и цвет звезд.

При первом взгляде на небо нельзя не заметить, что звезды имеют чрезвычайно различную яркость. Только немногие из них отличаются особенно ярким блеском; затем идет большее число звезд средней яркости и, наконец, очень большое количество слабых звезд. Число последних становится все больше и больше, чем меньше яркость звезды. Видимые простым глазом, звезды уже в древности были разделены по их кажущейся яркости на шесть величин.

Около двадцати самых ярких звезд составляют группу звезд первой величины; следующие сорок—второй, потом идет большее число звезд третьей величины и т. д. Звезды шестой величины — самые слабые; их может различить только острое зрение на ясном темном небе.

Это распределение звезд на шесть классов по величине удержалось и было распространено впоследствии и на телескопические звезды. Соответственно этому, теперь различают звезды седьмой, восьмой величины и т. д. Самые слабые звезды, которые еще можно увидеть в величайшие современные телескопы, это — звезды 16-й величины; фотографическим же путем в настоящее время удается различать звезды даже 20-й величины.

Определение величин звезд производится в настоящее время путем точных измерений яркости особыми инструментами, называемыми фотометрами. При определении величин звезд фотометром наблюдается постепенное возрастание яркости звезды от одной величины к следующей. Таким образом, величина звезды, определяемая фотометром, выражается более точно при помощи десятичной дроби.

Проверив при помощи фотометра определение величины звезд, сделанное древними, нашли, что звезды, считаемые древними за звезды 1-й величины, различаются между собой по яркости. Поэтому, некоторые из этих звезд будут иметь величину, выраженную дробью, меньшей единицы, а у некоторых звезд величина выразится даже отрицательным числом.

Таблица приведенная на следующей странице дает величины 22 наиболее ярких звезд неба, найденные при помощи фотометра.

№№	Звезда	Созвездие	Величина	Цвет
1	Сириус	Большой Пес . . .	—1,6	белый
2	Канопус	Арге	—0,9	желтоватый
3	Альфа Центавра .	Центавр	0,1	желтый
4	Вега	Лиры	0,1	белый
5	Капелла	Возничий	0,2	желтый
6	Артур	Волопас	0,2	красновато-желтый
7	Ригель	Орион	0,3	белый
8	Процион	Малый Пес	0,5	желтоватый
9	Ахернар	Эридан	0,6	белый
10	Бетегейзе	Орион	0,8	желто-красный
11	Бета Центавра .	Центавр	0,9	белый
12	Альтаир	Орел	1,9	»
13	Альфа Креста . .	Южный Крест . . .	1,0	»
14	Альдебаран . . .	Телец	1,1	желто-красный
15	Поллукс	Близнецы	1,2	красновато-желтый
16	Спика	Дева	1,2	белый
17	Антарес	Скорпион	1,2	желто-красный
18	Фомальгаут . . .	Южная Рыба . . .	1,3	белый
19	Денеб	Лебедь	1,3	»
20	Регул	Лев	1,3	»
21	Бета Креста . . .	Южный Крест . . .	1,5	»
22	Кастор	Близнецы	1,6	»

Из этой таблицы видим, что Кастор имеет величину равную 1,6, Вега равную 0,1, Сириус равную—1, 6.

Само собой понятно, что величина звезды не выражает ее действительной яркости, потому что светящееся тело тем ярче, чем ближе оно к нам. Даже самая яркая звезда стала бы совершенно невидимой на определенном расстоянии. С другой стороны, самая маленькая звездочка на достаточно близком расстоянии казалась бы звездой первой величины.

Раньше думали, что действительная яркость различных звезд приблизительно одна и та же и что некоторые звезды кажутся нам ярче других только потому, что они ближе к нам. Но в настоящее время мы должны почти совершенно отказаться от этого взгляда. Определения расстояний звезд от нас показывают, что многие из самых близких к нам звезд совершенно не видны простым глазом, между тем как некоторые звезды первой величины находятся так далеко от нас, что мы не можем определить их расстояние. Ригель, Спика, Денеб, Регул—это именно такие звезды, находящиеся на чудовищных от нас расстояниях; но они кажутся чрезвычайно яркими (см. вышеприведенную таблицу).

Кроме яркости, звезды отличаются друг от друга и своим цветом, хотя в этом отношении они не так резко разнятся между собой. Но, несмотря на это, даже неопытному наблюдателю бросается в глаза голубоватая белизна Сириуса или Веги по сравнению с ярким желто-красным цветом Альдебарана или Антареса. Всевозможные оттенки цветов от белого через желтый к красному можно найти среди звезд, в особенности, если пользоваться телескопом. При этом, однако, большинство ярких звезд—белые, сравнительно небольшая часть—желтые, и только несколько сот кажутся красноватыми (см. таблицу выше). Не подлежит никакому сомнению, что эти различия в цвете прежде всего зависят от температуры звезд. Чем интенсивнее белый цвет звезды, тем выше ее температура; чем краснее кажется звезда, тем ниже ее температура. Поэтому красная звезда или еще не достигла своей наибольшей раскаленности или же значительно уже охладела.

3. Число звезд.

Обычно бывают очень удивлены, когда слышат, что число звезд на всем небе, которые можно видеть простым глазом, всего от 5.000 до 6.000. Очень острое зрение, пожалуй, позволит увидеть более 6.000, но в большинстве случаев люди насчитывают на всем небе едва ли 5.000 звезд. Из этих 5.000 всегда находится одновременно над горизонтом только половина, а из этой половины значительная часть находится так близко к горизонту, что большая толща нашей

атмосферы значительно ослабит или совершенно погасит их свет. Итак, число всех звезд, которые зоркий глаз может отчетливо видеть и различать в ясный безлунный вечер, вероятно, лежит между 1.500 и 2.000.

В то время, как число видимых простым глазом звезд можно определить по крайней мере приблизительно, число звезд, видимых в телескоп, совершенно не может быть даже оценено. В общем, считают, что в большой современный телескоп всего на небе можно видеть около 30 миллионов звезд до 16-й величины. Но число звезд,

которые можно наблюдать при помощи фотографии, совершенно не подлежит учету. В настоящее время возможно, с помощью особо устроенных фотографических телескопов, фотографировать настолько слабые звезды, что их невозможно видеть даже в самые мощные современные телескопы. Установить, хотя бы приблизительно, число таких звезд фактически невозможно. Мы можем только сказать, что общее число звезд превосходит сотни миллионов. Таким образом, только небольшая часть их, которая

заключает в себе самые яркие, а также и самые близкие звезды, может быть видима простым глазом или в телескоп.

В особенности велико скопление слабых звезд в так называемом Млечном Пути, этом светлом поясе, который охватывает все небо и кажется раскинувшимся в виде молочного покрова или светлых облаков над целым рядом созвездий. Глазом, да и фотографией, не удастся разделить весь Млечный Путь на отдельные звезды; непосредственное наблюдение этого громадного скопления в телескоп показывает, что здесь мы, действительно, имеем дело с бесчисленным количеством звезд.

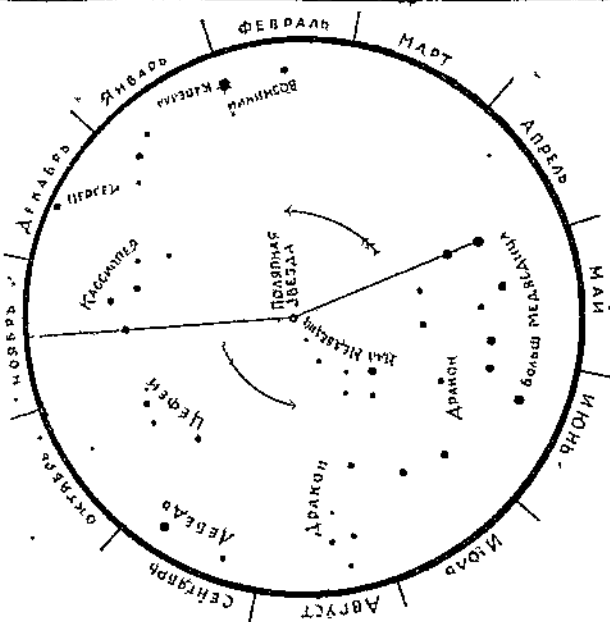


Рис. 41. Незаходящие созвездия.

1900 г. и т. д. (см. рис. 40).

1. Считается, что 48 созвездий и их положения на небе.

1. Считается, что 48 созвездий и их положения на небе.

Уже поверхностное наблюдение неба показывает, что звезды не распределены равномерно по небу, а расположены различными группами. Эти группы звезд называются созвездиями. Между созвездиями, однако, нельзя провести точной границы, т. е. нельзя точно установить, где кончается одно созвездие и где начинается другое.

Разделение неба по созвездиям очень древнего происхождения. Как и когда начали люди различать созвездия и зарисовывать их, невозможно сейчас установить сколько-нибудь достоверно. Но действительно известно, что китайцы уже в самые ранние эпохи своей истории знали небольшое число групп звезд, которым дали различные названия.

Наше, нынешнее, подразделение и обозначение созвездий, большей частью, взято у Птолемея, который жил во втором веке нашей эры. Так как многие созвездия носят имена полубогов и героев греческой мифологии, как например, Персей, Андромеда, Цефей, Геркулес и т. д., то, вероятнее всего, что эти обозначения древне-греческого происхождения. В XVII и XVIII столетиях обозначили и назвали еще некоторое число новых созвездий; эти последние расположены, большей частью, между старыми созвездиями; в особенности много новых созвездий в южном полушарии неба, которое, как известно, мало было знакомо древним.

Положение созвездий по отношению к горизонту, вследствие вращения Земли вокруг оси и движения ее вокруг Солнца, постоянно изменяется. Вращение Земли вокруг ее оси делает то, что созвездия меняют свое кажущееся положение к горизонту уже в течение одной ночи. Вследствие же движения Земли вокруг Солнца мы видим на небе в различные времена года, в один и тот же вечерний час, различные созвездия.

Если внимательно посмотреть на небо, то мы сможем различить на небе такие созвездия, которые никогда не заходят под горизонт и в течение всего года видны на небе.

Эти незаходящие созвездия обозначены на рисунке 41. При помощи этого рисунка можно получить сразу положение незаходящих созвездий относительно горизонта. Для этого нужно только повернуть этот рисунок так, чтобы месяц наблюдения пришелся вверх; тогда мы получим положение северной части неба в 8 часов вечера. Для времени на один час позднее, надо повернуть этот рисунок немного по направлению стрелки, а для 10 часов вечера нужно повернуть его настолько, чтобы наверху пришелся следующий месяц. Так нужно поступать и дальше для следующего, более позднего, времени.

Среди незаходящих созвездий мы прежде всего найдем Большую Медведицу (см. рис. 42). У нас она всегда видна на небе.

Две правые звезды ее (см. рис. 42), указывают прямо на Полярную звезду, как это обозначено и на рис. 41.

Полярная звезда принадлежит к созвездию Малой Медведицы (см. рис. 43). Остальную часть этого созвездия можно найти, если провести мысленно кривую линию от Полярной звезды к хвосту Большой Медведицы. Таким образом, мы найдем, что вид этого созвездия напоминает собой созвездие Большой Медведицы, только оно состоит из более слабых звезд.

Так как Полярная звезда в средних широтах стоит приблизительно посередине между зенитом и северной

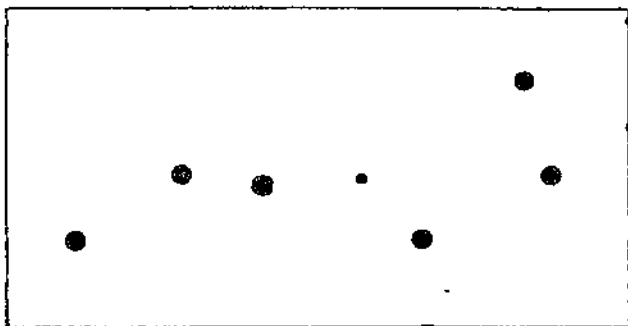


Рис. 42. Большая Медведица.

частью горизонта, то Полярную звезду легко можно найти и без помощи Большой Медведицы, если только мы знаем направление по горизонту на север. Также и обратно, если только мы нашли на небе Полярную звезду, то протянутая к ней рука указывает на север.

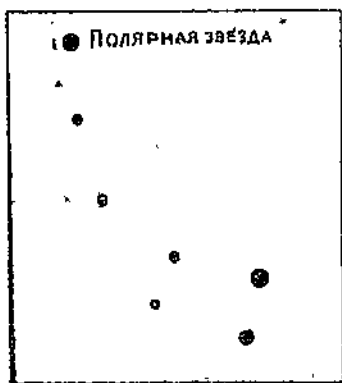


Рис. 43. Малая Медведица с Полярной звездой.

Как раз против Большой Медведицы и на таком же расстоянии ее от Полярной звезды находится созвездие Кассиопеи (см. рис. 41 и 44). Другие из незаходящих созвездий имеют очень слабые звезды и менее интересны, чем только что вышеприведенные.

Из них, пожалуй, можно упомянуть только про созвездие Дракона, извивающееся змеей между Малой и Большой Медведицей. Голова Дракона поздним летом по вечерам проходит почти одновременно с яркой Вегой над нашей головой.

При знакомстве с небом лучше всего изучить сначала эти незаходящие созвездия и только потом, когда мы совершенно освоимся с положениями звезд в этих созвездиях, мы будем уметь их находить при всех положениях этих созвездий на небе, — безразлично, стоят ли они высоко или низко на небе. Только после этого можно продолжать изучение всего звездного

неба при помощи звездной карты, т.-е. постепенно находить и другие, сначала соседние созвездия, а потом различать и все созвездия неба.

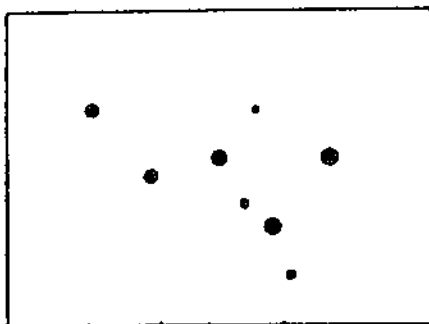


Рис. 44. Кассиопея.

5. Осенние созвездия.

Млечный Путь поднимается осенью на северо-восточной части неба, большой слегка наклоненной дугой. Как раз над головой у нас он проходит через Кассиопею и отсюда спускается к юго-западной части горизонта.

Если смотреть от Кассиопеи к востоку, то прежде всего мы найдем в Млечном Пути созвездие Персея. Самая яркая звезда в этом созвездии—Альфа Персея, второй

величины. К востоку от Альфы Персея находится белое пятно, вроде маленького облачка. В небольшой телескоп, даже в хорошую зрительную трубу, можно увидеть, что это пятно есть звездное скопление, которое обозначало у древних рукоятку меча сказочного героя Персея. В южной части созвездия Персея стоит замечательная переменная звезда Бета Персея или Альголь, об изменении блеска которой будет сказано дальше, в одном из следующих параграфов.

Непосредственно рядом с Персеем находится большое созвездие Возничего. Его легко узнать по Капелле, желтой звезде первой величины, которая является одной из самых ярких звезд осеннего неба; она принадлежит к пяти самым ярким звездам всего неба.

Если мы будем следовать по направлению Млечного Пути от Кассиопеи направо, то первое созвездие, которое мы встретим—это Лебедь. Пять его звезд образуют крест, изображающий собой на старинных звездных картах туловище, шею и распростертые крылья Лебеда. Самая яркая звезда этого созвездия — Альфа Лебеда или Денеб; она почти первой величины, и ее легко узнать, потому что около нее Млечный Путь особенно ярк и разветвляется на две отдельно идущие ветви.

Направо от Лебеда и несколько в сторону от Млечного Пути лежит небольшое созвездие Лиры (см. рис. 45), которое легко найти по его прекрасной, очень яркой белой звезде Вега. Все другие звезды этого созвездия едва можно отнести к звездам третьей величины; но они очень интересны в другом отношении.

Звезда налево выше Веги на нашем рисунке (см. рис. 45) есть Эпсилон Лиры; это — двойная звезда, состоящая из двух тесно-сближенных между собою звезд, которые невооруженный глаз лишь с трудом может разделить одну от другой. С помощью полевого бинокля это уже легко сделать. Но замечательнее всего то, что ка-

ждающая звезда из этой пары в более сильный телескоп снова оказывается двойной, так что Эпсилон Лиры в действительности состоит из четырех звезд.

Две самые нижние звезды в созвездии Лиры (см. рис. 45) называются: левая — Гамма Лиры, правая — Бета Лиры. Последняя является также переменной; ею мы еще займемся впоследствии.

Справа от Лиры в Млечном Пути лежит созвездие Орла с яркой звездой Атаиром (см. рис. 50). Это, собственно говоря, летнее созвездие; но его желательно упомянуть уже здесь потому, что Атаир с Денебом и Вегой образуют большой равнобедренный треугольник, вершину которого составляет Атаир.

Созвездия зодиака осенью в наших странах стоят очень низко над горизонтом, так что распознать их, при ничтожном количестве ярких звезд, не совсем то легко. Из этих созвездий на юго-западной части горизонта в октябре около 10 часов вечера мы найдем созвездия Козерога, Водолея и Рыб; последнее стоит под четырехугольником Пегаса. Все эти созвездия имеют, как уже упоминалось, очень слабые звезды, большую часть принадлежащие к звездам третьей величины.

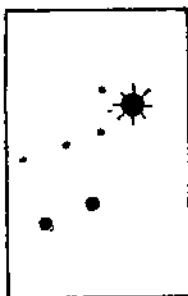


Рис. 45. Лира.

На юго-восточной части горизонта рядом с созвездием Рыб мы увидим созвездие Овна. Три главных звезды его — второй, третьей и четвертой величины — образуют остроугольный треугольник.

Рядом с созвездием Овна стоит созвездие Тельца, о котором мы скажем подробнее дальше в следующем параграфе.

Ниже Овна, к юго-востоку от четырехугольника Пегаса, лежит длинное созвездие Кита с двумя звездами второй величины. Они называются Альфа Кита и Бета Кита; последняя из них стоит низко над южной частью горизонта. Немного к юго-западу от Альфы Кита лежит замечательная звезда, так называемая Мира Кита, «дивная», «чудесная звезда Кита»; это — переменная звезда красного цвета. Обычно она не видна простым глазом, только в течение одного или двух месяцев в году яркость ее достигает четвертой, третьей, иногда даже второй величины.

6. Зимние созвездия.

Млечный Путь зимой проходит почти совсем над нашей головой, спускаясь на горизонт близ точек юга и севера.

Вблизи от него, немного к востоку мы видим созвездие Тельца, самая яркая звезда которого — Альдебаран (см. рис. 46). Альдебарана легко узнать по его красноватому цвету. Группа звезд вместе с Альдебараном образуют так называемые Гиады (см. рис. 46), которые в особенности замечательны их общим движением, о чем будет сказано в дальнейшем.

Тут же, по близости с Гиадами, находится самое известное звездное скопление—Плеяды. В этой звездной куче простым глазом обычно различают только шесть звезд, хотя в исключительных случаях при особенно остром зрении, возможно увидеть еще пять более

мелких звезд. В полевой бинокль в Плеядах видно около 40 более или менее ярких звезд (см. рис. 47), а в маленький телескоп с отверстием в 10 сантиметров легко можно различить в Плеядах уже 200 звезд до 11-й величины. Центральная и самая яркая звезда этой группы называется Альционой.

К востоку от Тельца, как раз над головой, стоит созвездие Близнецов, хорошо заметное благодаря двум звездам почти первой величины—Кастору и Поллуксу. Из них Поллукс лежит южнее, и он более ярок.

Следующее созвездие зодиака, это—созвездие Рака; оно невелико и в нем нет заметных звезд. Его самую выдающуюся особенность составляет Пресепе, иначе говоря, Ясли; это—звездное скопление, представляющееся простому глазу в виде маленького светлого пятнышка.

Созвездие Льва в это время стоит как раз над восточной частью горизонта, налево от Рака. Созвездие Льва можно узнать по яркой его звезде—«сердце Льва» или Регул, первой величины, красноватого цвета, а также и потому, что остальные яркие звезды этого созвездия расположены в виде серпа, ручка которого есть Регул.

На южной части неба в зимнее время стоит самое блестящее созвездие—Орион (см. рис. 48). Три звезды этого созвездия второй величины, они



Рис. 47. Вид Плеяд в полевой бинокль.

расположены в ряд и образуют так называемый Пояс Ориона; они

известны с детства всем, кто когда-нибудь глядел на небо в зимние вечера. Как раз внизу от пояса Ориона, идя в другой ряд из трех звезд, в котором верхняя звездочка — совсем слабая. Средняя из них имеет тусклый блеск и, на самом деле, вовсе не звезда, но одна из великолепнейших туманностей на небе. Это — знаменитая большая туманность Ориона. Уже простой полевой бинокль обнаруживает ее; но чтобы увидеть все великолепие и красоту этой чудесной туманности нужен сильный телескоп или же помощь фотографии (см. рис. 58).

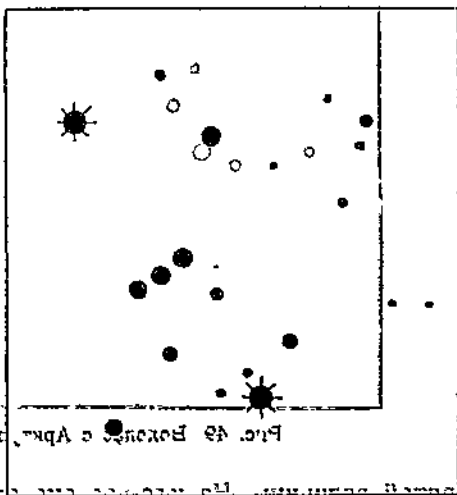
Сравним, далее, наш рисунок 48 с видом созвездия Ориона на небе и мы увидим налево вверх красную звезду 1-й величины — Альфа Ориона, или Бетегейзе, направо внизу голубоватую звезду — Бета Ориона, или Ригель. Яркая белая звезда второй величины, направо от Бетегейзе, носит название Беллятрикс.

Почти все звезды Ориона голубовато-белые и в спектрах их особенно бросаются в глаза линии гелия. Не подлежит сомнению, что и в физическом отношении они связаны между собою, но об их общем движении еще ничего не известно, потому что они находятся на громадном от нас расстоянии.

К востоку от Ориона мы находим созвездие Малого Пса с Прочионом звездой первой величины. Под ним и к юго-востоку от Ориона наше внимание привлекает еще одна группа ярких звезд вблизи горизонта. Это — созвездие Большого Пса, с белым Сириусом, самой яркой звездой на всем небе (см. приложенную звездную карту).

В весенние месяцы Орион и Малый Пс уже зашли или жетедва видны совсем низко над западной частью горизонта.

В весенние месяцы Улит и Вега поднимаются по вечерам на северо-востоке, в то время как Капелла опускается к горизонту на северо-западе. Млечный Путь виден теперь только в очень ясную погоду совсем низко над северной частью горизонта. Созвездие Льва прошло через южную часть неба, а яркие звезды Ориона, Большого и Малого Пса уже зашли или жетедва видны совсем низко над южной частью горизонта.



Посредине неба, к юго-востоку, блесит Арктур в созвездии Волопаса—одна из самых ярких звезд первой величины. К востоку от Волопаса лежит Северная Корона—чудесный венок из звезд второй и третьей величины (см. рис. 49).

Направо от Арктура, по направлению к созвездию Льва, мы находим Волосы Вероники, скопление слабых звезд, преимущественно

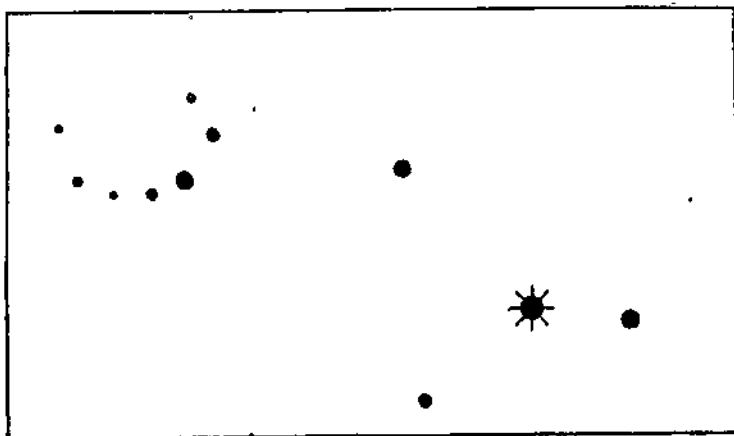


Рис. 49. Волопас с Арктуром и Северная Корона.

пятой величины. На юго-востоке от созвездия Льва лежит созвездие Девы, с белой звездой почти первой величины—Спика. Еще дальше, налево, поднимаются над горизонтом две звезды созвездия Весов.

8. Летние созвездия.

В летние месяцы по вечерам Возничий заходит на северо-западе, и из звезд его только Капелла сияет над северной частью горизонта. Лебедь с Денебом и Лира с Вегой стоят почти над головой, а из незаходящих созвездий видны Кассиопея на северо-востоке и Большая Медведица на северо-западе.

В начале лета из-за светлых ночей неудобно наблюдать звездное небо; но в конце лета ночи особенно благоприятны для таких наблюдений. Тогда своеобразную прелесть звездному небу придает Млечный Путь. На темном ночном небе отчетливо подымается нежная, сверкающая полоса Млечного Пути. Нетрудно бывает тогда различить его особенное, облакоподобное строение, главным образом, в Лебеде, где Млечный Путь разделяется на две ветви.

У наружной границы левой ветви Млечного Пути мы находим под Лирой созвездие Орла с Атаиром (см. рис. 50), звездой первой величины. Атаир белого цвета; он сразу выделяется на небе, так

как стоит по одной прямой линии с двумя соседними звездами третьей и четвертой величины.

К востоку от Орла лежит маленькое, но интересное созвездие Дельфина, а между Лирой и Северной Коронай мы встречаем боль-

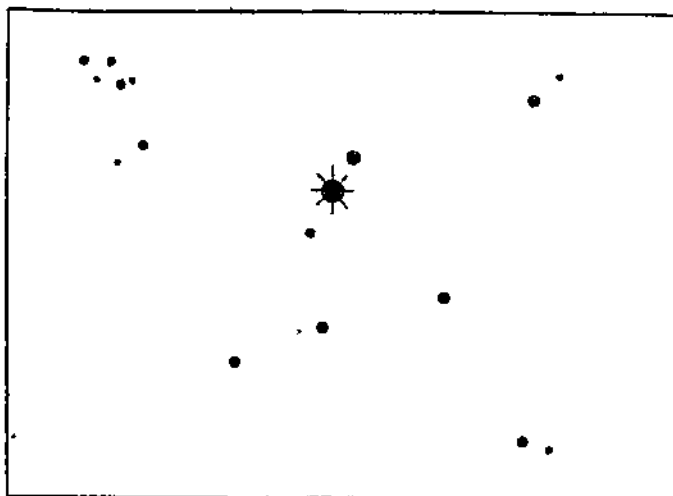


Рис. 50. Орел с Атаиром и Дельфин.

шое, но мало бросающееся в глаза созвездие Геркулеса. Самая яркая звезда этого созвездия—Альфа Геркулеса—едва второй величины; но ее легко можно узнать по красноватому цвету, отличающему ее от более яркой белой звезды Альфы Змееносца, стоящей тут же вблизи.

Самое замечательное в созвездии Геркулеса это—большое звездное скопление, которое острому зрению кажется едва заметной звездочкой. Но в большой телескоп или на фотографической пластинке звезда эта распадается на целый мир далеких солнц (см. рис. 63).

Вблизи горизонта на юго-западе видно созвездие зодиака Скорпион (см. рис. 51). Часть его звезд образует дугу—это клешни Скорпиона. К востоку от них стоит Альфа Скорпиона или Антарес, красная звезда первой величины.

К звездам Скорпиона относится то же, что мы сказали относительно звезд

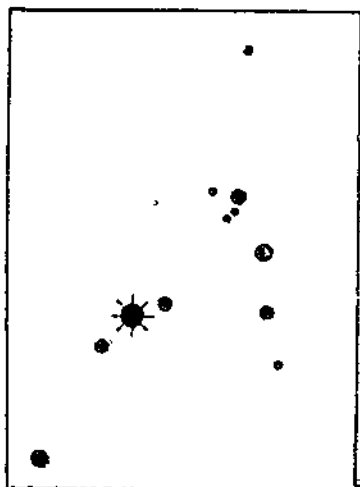


Рис. 51. Скорпион с Антаресом.

Ориона. Они все в физическом отношении составляют одно целое, и в спектре их видны характерные линии гелия. Расстояние же их от нас, так же как и звезд Ориона, чрезвычайно велико.

Как раз на южной части неба, к востоку от Скорпиона, лежит в полосе Млечного Пути созвездие зодиака—Стрелец. В нем много звезд второй и третьей величины, но у нас их трудно наблюдать, вследствие низкого положения этого созвездия. Обратите внимание на яркие облакоподобные образования Млечного Пути в этой части неба; эти образования по яркости своей значительно превосходят подобные образования в созвездии Лебеда. В большие телескопы эти образования разлагаются на звезды 13-й, 14-й и более слабых величин.

9. Расстояния до звезд.

При определении расстояний до небесных светил пользуются, в принципе, тем же способом, каким артиллеристы определяют расстояние до недоступного им неприятеля.

При определении расстояний до Солнца и Луны масштабом берут Землю; но в случае расстояний до звезд, размеры Земли для этого очень малы, и масштабом приходится брать расстояние Земли от Солнца.

Измеряя перемещения звезд на небе вследствие движения Земли вокруг Солнца, определили расстояния до звезд.

Оказалось,—эти расстояния так велики, что их трудно себе представить, если их написать числом, выраженным в наших земных мерах. Так велико это число, что оно нам ничего не говорит. Все равно, что если бы мы большие расстояния на Земле измеряли вершками. Например, трудно представить себе расстояние Ленинграда до Москвы, если сказать, что оно равно 15 миллионам вершков.

Поэтому, для выражения расстояний до звезд единицей меры взято то расстояние, которое свет, при своей громадной скорости в 300.000 км. в секунду, проходит в год. Это расстояние называется световым годом. Легко выяснить, скольким километрам равняется световой год; для этого нужно только узнать сперва число секунд в году и умножить его на 300.000 км. Оказывается, таким образом, что световой год в 63.000 раз больше расстояния Земли от Солнца т.-е. световой год равен $63.000 \times 149.000.000$ клм.

Ближайшей звездой к нам будет звезда 1-й величины в созвездии Центавра, находящегося в южном полушарии неба; она называется Альфа Центавра. Расстояние ее от нас равно $4\frac{1}{2}$ световым годам. Это расстояние очень велико: находясь на таком расстоянии от Земли, мы совершенно не видели бы Земли, даже вся наша солнечная система, т.-е. все пространство от Солнца до Нептуна, казалось бы простому глазу только одной ничтожнейшей точкой.

Следующая по расстоянию за Альфой Центавра звезда удалена от Земли раза в полтора дальше, чем звезда Альфа Центавра. Больше дюжины известных нам звезд находятся от нас на расстояниях от 10

до 15 световых годов, а на расстоянии в 30 световых годов нам известно уже около 100 звезд.

Так как яркость звезды, так называемая величина звезды, зависит от расстояния звезды и от величины ее массы, то, чтобы судить о массе звезды, нужно перевести видимую величину звезды к так называемой абсолютной величине, т.-е. к яркости звезды, которая была бы у ней на расстоянии ее в 33 световых года от нас.

Нижеприведенная таблица дает нам расстояние наиболее ярких звезд в световых годах и абсолютную величину этих звезд.

Название звезды.	Расстояние в световых годах.	Абсолютная величина.	Название звезды.	Расстояние в световых годах.	Абсолютная величина.
Солнце	—	5	Кастор	54	0
Альфа Центавра	4,3	4	Поллукс	54	0
Процион	10,5	3	Альдебаран	65	0
Сириус	10,6	1	Ахернар	81	— 1
Атаир	14	3	Бета Центавра	104	— 2
Фомальгаут	23	2	Антарес	110	— 2
Вега	30	0	Бетельгейзе	160	— 3
Арктур	41	— 1	Регул	160	— 2
Капелла	47	— 1	Спика	300	— 4

Из этой таблицы видим, что две яркие звезды одного и того же созвездия Центавра—одна стоит очень далеко от нас, а другая является самой ближайшей. А из сравнения абсолютной яркости видим, что абсолютная яркость некоторых звезд, кажущихся нам слабее Сириуса и Веги, выражается отрицательным числом, т.-е. она значительно больше абсолютной яркости Сириуса и Веги.

Это показывает нам, что массы Бетельгейзе, Регула и Спики очень велики; эти звезды являются великанами по сравнению с Солнцем и Альфой Центавра, которые по отношению к ним будут карликами.

10. Движение звезд в пространстве.

У некоторых звезд замечается перемещение их в пространстве между другими звездами.

Перемещение это, незначительное на первый взгляд, оказывается очень большим спустя несколько столетий. Такое движение звезд в пространстве называется собственным движением звезд.

Уже Галлей в 1718 году при сравнении положения звезд, определенных Флэмстидом, с положением звезд, определенных Гиппархом, нашел, что три звезды, Сириус, Арктур и Альдебаран во втором веке

до нашей эры занимали другое положение на небе, чем во время Галлея: они передвинулись за это время больше, чем на $1\frac{1}{2}$ градуса. Но только Тобиас Майер в 1775 году и Цах в 1792 году определили достаточно точно величину собственных движений некоторых звезд.

С тех пор, почти для всех звезд, о которых имеются более древние наблюдения, определена величина их перемещения на небе. Сейчас мы можем считать установленным, что почти каждая из бесчисленных звезд, видимых на небе, перемещается в межзвездном пространстве с громадной скоростью, во много раз большей, чем скорость пушечного ядра.

Действительно, у немногих звезд, перемещение которых в пространстве может быть вычислено в земных мерах, скорость собствен-

ного движения звезд в пространстве колеблется от 5 до 20 км. в секунду. Но даже скорость в 100 км. в секунду и более вовсе не редкость для собственного движения некоторых звезд. Например, у Арктура собственное движение совершается со скоростью даже 400 км. в секунду.

Как бы ни были велики эти скорости, видимые перемещения звезд на небе очень незначительны вследствие колоссальных расстояний звезд от Земли.

Если бы Птоломей пробудился от своего почти 1800-летнего смертного сна, то он нашел бы совершенно неизменившимися Большую Медведицу, Лиру, Орла

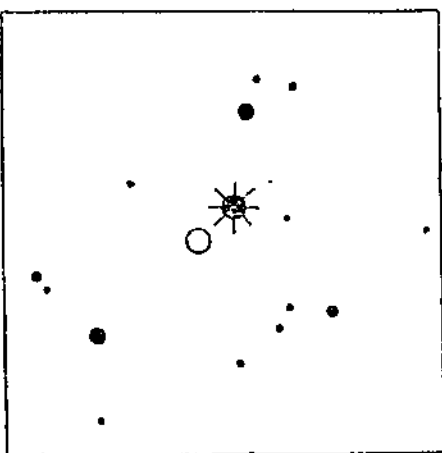


Рис. 52. Собственное движение Арктура за 4.000 лет.

и другие созвездия. Он не мог бы установить у них какое-нибудь отклонение против прежнего, несмотря на то, что они за это время переместились в пространстве вселенной на неизмеримо большие расстояния.

Чтобы человек мог заметить простым глазом перемещение звезд на небе, вследствие их собственного движения в пространстве, нужно ждать 4.000 лет. При этом нам пришлось бы взять звезду, которая из всех более ярких звезд неба имеет наибольшее собственное движение, а именно—Арктика в созвездии Волопаса. За 4.000 лет эта звезда продвинулась бы всего лишь на $2\frac{2}{3}$ градуса, т.-е., приблизительно, на величину пяти полных Лун. Как ничтожно будет это перемещение на небе Арктика за 4.000 лет, показывает рис. 52, на котором положение Арктика 4.000 лет тому назад обозначено кружком (см. рис. 52).

В случае перемещения звезды прямо по направлению к Земле или от нее — нельзя непосредственно заметить на небе это перемещение звезды в пространстве. Его можно определить только по перемещению линий в спектре звезды.

Оказывается, что если линии в спектре звезды отклоняются к фиолетовому концу спектра, то звезда приближается к нам, а отклонение их к красному концу спектра указывает на удаление звезды от нас.

Таким образом, по перемещению линий в спектре звезды определяется в этом случае и скорость собственного движения звезд.

Оказывается, что и при таких движениях звезд в пространстве, скорость их собственного движения заключается между 5 и 20 км. в секунду. Таким образом, нашли, что, например, Антарес, Процион, Арктур и Сириус приближаются к нам со скоростью от 3 до 8 км. в секунду, а Канопус, Альфа Центавра и Ригель удаляются от нас со скоростью от 20 до 30 км. в секунду. Наибольшая скорость собственного движения звезд в пространстве, найденная до настоящего времени, это — около 300 км. в секунду. Она является ничтожной по сравнению со скоростью движения некоторых спиральных туманностей, достигающей 2.000 км. в секунду.

II. Закономерность в движении звезд.

Исследуя видимые движения звезд в пространстве, мы невольно приходим к мысли, что звезды описывают огромные орбиты вокруг какого-то центра, подобно тому, как планеты движутся вокруг Солнца. Однако, имеющиеся наблюдения не подтверждают этого предположения, потому, что даже самые тщательные измерения не обнаруживают ни малейшего закругления пути у какой-нибудь звезды.

Насколько позволяют произведенные до сих пор исследования, можно, наоборот, считать, что звезды движутся по прямым направлениям в пространстве. Общая закономерность движения пока найдена только у немногих звездных групп. Интереснейший пример такого движения представляет движение Гиад и некоторых соседних с ними звезд в созвездии Тельца.

На основании исследований Л. Босса, большинство принадлежащих к этой группе звезд перемещается в пространстве все время по направлению к точке, лежащей вблизи Бетегейзе в Орионе (см. рис. 53). Очевидно, здесь в больших размерах происходит то же явление, какое мы наблюдаем у метеорных потоков (см. радиант). Таким образом, есть основание считать, что Гиады движутся в пространстве одним параллельным потоком и при этом удаляются от нашей солнечной системы. Если это движение Гиад будет продолжаться неизменно и дальше, то через 65 миллионов лет Гиады будут казаться с Земли звездной кучкой с поперечником меньшим,

чем $\frac{1}{2}$ градуса; между тем как теперь они занимают на небе площадь больше, чем в 20 градусов.

К другому большому звездному потоку принадлежат 5 звезд Большой Медведицы. Таким образом, созвездие Большой Медведицы тоже представляет из себя группу физически связанных между

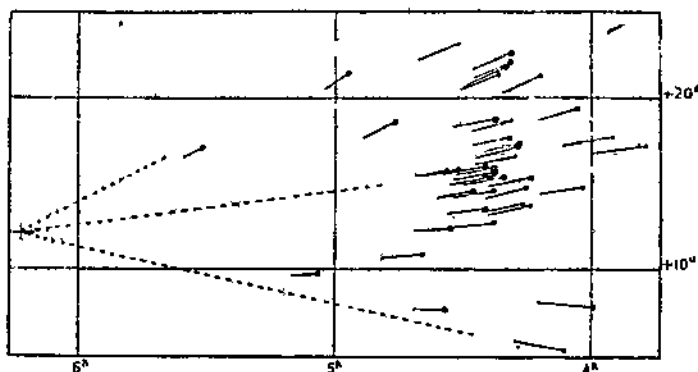


Рис. 53. Звездный поток Гиад.

собой солнц. Только первая и последняя звезда этого созвездия (см. рис. 54) имеют другое движение и только случайно входят в настоящее время в очертание этого созвездия. Но самое замечательное

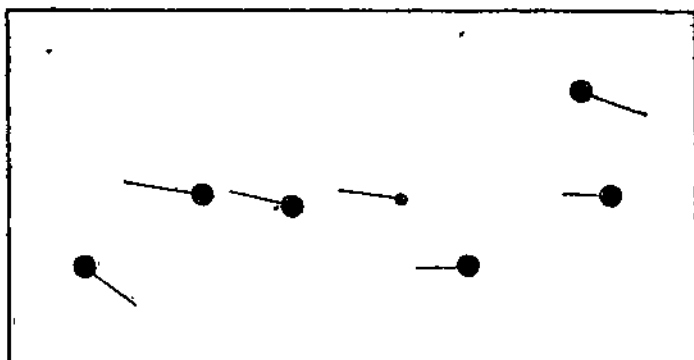


Рис. 54. Собственное движение звезд Большой Медведицы за 100.000 лет.

в потоке Большой Медведицы является то, что к этому потоку принадлежат еще некоторые звезды, далеко лежащие от этого созвездия, и к тому же все без изъятия белые. Таковыми являются: Сириус, Гемма в Северной Короне и другие. Точка, к которой движется этот огромный поток, лежит в южном полушарии неба, недалеко от звезды Альфа Павлина.

В некоторых созвездиях, о которых мы упоминали раньше, имеются также отдельные группы звезд с общим направлением движе-

ния, а именно—звезды Скорпиона, поток в созвездии Единорога, звезды Ориона и другие.

Не подлежит никакому сомнению, что вскоре найдут еще несколько таких звездных потоков. Тогда у нас будут новые данные для разрешения вопроса о движении звездных миров и о строении вселенной.

Но вопрос, откуда появляются звезды, пролетающие межзвездные пространства, и куда они стремятся, — остается пока еще неразрешимым. Если бы даже захотели приписать звездам круговое движение с длинным периодом, то все-таки невозможно было бы разрешить вопрос о том, где же находится центр этого движения? При чудовищных расстояниях между звездами совершенно невозможно представить себе небесное тело с такой громадной массой, которое своим притяжением могло бы вызывать, несмотря на эти неизмеримо громадные расстояния, такие значительные перемещения, какие есть, например, у Арктура.

12. Движение солнечной системы в пространстве

Наряду с действительно существующим движением звезд в пространстве, замечается еще одно движение звезд, которое безусловно, только кажущееся, потому что оно происходит вследствие движения Солнца в пространстве.

Так как собственное движение звезд в пространстве свойственно почти всем звездам, то было бы удивительно, если бы ближайшая к нам неподвижная звезда, наше Солнце, стояла бы в пространстве совершенно неподвижно. Понадобились длительные и трудные исследования, прежде чем удалось установить, что и у Солнца имеется собственное движение в пространстве. Для нахождения собственного движения Солнца сопоставили все известные нам собственные движения звезд на небесной сфере, чтобы сначала решить вопрос, не являются ли перемещения звезд в одном месте неба особенно большими, а в противоположном—очень малыми.

Действительно, эти исследования указали на два таких места на небе; одно лежит между Геркулесом и Лирой, противоположное — на несколько градусов к югу от Ориона. Из этого следует, что вся наша солнечная система, т.-е. Солнце, планеты и их спутники, мчатся через небесное пространство по направлению к созвездию Геркулеса или Леры со скоростью 20 км. в секунду. Таким образом, за тот миг, в течение которого мы произнесли одну фразу или сделали один шаг на Земле, мы на несколько километров приблизились к названным созвездиям. Без сомнения, это происходит уже в течение многих тысячелетий, и у нас есть полное основание думать, что это так останется и в самом далеком будущем. Но как для звезд, так и для Солнца, мы не можем сказать ничего о начале и конце этого движения.

Пожалуй, мы получим самое правильное представление о движении солнечной системы в пространстве, если выразим его в едини-

цах расстояния Земли от Солнца. Простое вычисление показывает, что перемещение всей нашей планетной системы по сравнению с ее размерами совсем не так велико. В год оно составляет всего 4,4 расстояний Земли от Солнца, так что только в 7 лет оно превзойдет расстояние Нептуна от Солнца. Поэтому только через 14 лет наша планетная система передвинется на расстояние равное ее поперечнику.

Мы уже упоминали, что Солнце перемещается в пространстве по направлению к созвездию Лиры, у которого, как известно, самой яркой звездой является Вега.

Расстояние же до Веги, как известно, составляет 30 световых лет, отсюда мы имеем основание предполагать, что наша солнечная система достигнет той области мирового пространства, в которой находится эта звезда, не раньше, чем по истечении полумиллиона или целого миллиона лет. Однако из этого еще не следует, что наши потомки, если тогда вообще будут еще люди на Земле, действительно встретятся с Вегой, или только будут по близости к ней. Вега тоже движется в пространстве, но только в другом направлении; она удаляется со скоростью, не уступающей скорости солнечной системы, с того места, на котором сейчас находится.

Звездные потоки, о которых была речь раньше, имеют связь с движением Солнца также, как кажущиеся движения планет на небе с движением Земли. В некоторых случаях, как например, приближение к нам звезд Скорпиона и удаление от нас звезд Ориона, они являются почти исключительно отражением перемещения нашей солнечной системы в пространстве.

Движение Солнца в пространстве со всеми планетами, периодическими кометами и метеорными потоками уже в 1800 году было признано В. Гершелем весьма вероятным. Этот выдающийся исследователь неба предполагал, совершенно справедливо, что при наличии движения Солнца в пространстве те звезды, от которых мы удаляемся, должны казаться сходящимися вместе, и наоборот, те звезды, к которым мы приближаемся, должны казаться расходящимися. Подобное явление мы наблюдаем в лесу, если, проезжая через лес, будем смотреть на деревья, стоящие впереди и сзади нас. Как ни просто это кажется на первый взгляд, однако установить точно как направление, так и скорость движения Солнца, принадлежит к труднейшим задачам науки о небе. Вообще, только тогда можно будет достигнуть в этом вопросе вполне достоверного результата, когда собственное движение будет известно у многих звезд, по возможности равномерно распределенных на всем небе.

13. Двойные звезды.

Во многих местах неба, в которых глаз видит только одну звезду, в телескоп замечают две звезды, находящиеся совсем близко одна от другой. Не подлежит никакому сомнению, что во многих

случаях такое близкое положение звезд только кажущееся, потому что звезды вовсе не так густо наполняют пространство вселенной. Эти звезды очень далеки одна от другой, но они лежат от нас по одному только направлению и кажутся, поэтому, стоящими рядом.

Это — так называемые оптически-двойные звезды. Для нас, однако, представляют больший интерес так называемые физически-двойные звезды, т.е. такие звезды которые действительно находятся близко одна от другой и являются связанными в одну систему, управляемую взаимным притяжением. Уже Христиан Майер в 1778 году указал на то, что большинство из видимых нами двойных звезд есть действительно физически-двойные звезды.

Бросается в глаза, почти всегда, то обстоятельство, что отдельные звезды, составляющие двойную звезду, имеют в большинстве случаев, одинаковую величину. Но это предположение Майера только тогда получило научное обоснование, когда В. Гершель, с присущей ему настойчивостью, начал исследовать двойные звезды и измерять взаимное положение составляющих их звезд. Уже в 1803 году он мог сообщить с полной определенностью, что многие из числа исследованных им двойных звезд за последние 25 лет изменили свое взаимное положение. При этом оказалось, что они двигались таким образом, что это движение можно было объяснить только их взаимным притяжением. Итак, существование физически-двойных звезд было вполне доказано и принято без каких либо возражений.

После Гершеля астрономы серьезно занялись открытиями таких двойных звезд, наблюдением и измерением их перемещений. В особенности прославились наблюдениями двойных звезд астрономы: Вильям Гершель и Джон Гершель, Вильгельм Струве и Отто Струве, а в последнее время Бернгам. Благодаря их трудам, в настоящее время мы не только знаем около 15.000 двойных звезд, но знаем довольно точно у многих из них орбиты их движений, время оборота и другие подробности.

Некоторые двойные звезды имеют очень своеобразную окраску, которая, однако, выступает отчетливо только при наблюдении в телескопы. Например, двойные звезды: Гамма Андромеды и Бета Лебедя имеют главную звезду ярко-желтого цвета, а спутника — голубоватого цвета.

14. Движение в двойных звездах.

Движения составляющих в двойных звездах происходят вследствие взаимного их притяжения, а поэтому подчиняются законам Кеплера.

Так как расстояния до звезд от нас очень велики, а движения сравнительно очень медленны, то только после долгих наблюдений можно определить форму и положение орбиты двойной звезды и время оборота.

Периоды обращения двойных звезд очень различны. Спутник в двойной звезде Дельта Коня в 6 лет совершает свой путь вокруг главной звезды, в то время как наиболее близкая к нам звезда Альфа Центавра, которая тоже состоит из двух отдельных звезд, употребляет для этого 81 год. Разумеется, большая часть звезд имеет гораздо большие периоды обращений, равные нескольким столетиям или даже тысячелетиям.

Большинство орбит двойных звезд представляет очень сжатые эллипсы. Размерами эти орбиты очень велики.

Путем сложных вычислений удалось установить, что поперечник орбиты двойной звезды Альфа Центавра равняется 24 поперечникам земной орбиты, что составляет приблизительно $\frac{2}{3}$ поперечника орбиты Нептуна.

Так как у всех двойных звезд взаимное движение происходит вокруг центра тяжести обоих составляющих ее звезд, то можно, таким образом, обнаружить движение и у таких двойных звезд, у которых одна составляющая темная или слишком слабая, чтобы ее можно было бы видеть с Земли. В этих случаях иногда удавалось, по наблюдению периодического движения яркой составляющей этой двойной звезды, открыть и другую составляющую.

Таким образом, Бессель предсказал для Сириуса и Проциона, что они двойные звезды с невидимыми пока еще спутниками. Указал также, что периоды обращений у этих спутников равны 40—50 лет. Это предсказание было блестяще подтверждено открытием этих невидимых спутников в телескоп: спутник Сириуса открыт был Кларком в Кембридже в 1862 году, а спутник Проциона — астрономом Шеберле на Ликовской обсерватории в 1896 году.

Спектроскопически-двойными звездами называют такие звезды, у которых существование спутника может быть установлено только с помощью спектрографа. В этом случае, даже в самые сильные телескопы не обнаруживается у двойной звезды присутствие спутника, — так близко находятся друг к другу составляющие в этой звезде. И только по линиям спектра видно, что эта звезда двойная.

Действительно, такие близко стоящие тела часто имеют очень быстрое движение вокруг общего их центра тяжести. Поэтому происходит такое явление: в определенный момент одна звезда движется к нам, другая — от нас. Вследствие этого в спектре этой двойной звезды мы заметим удвоение линий, так как линии одной звезды при движении ее отклоняются к фиолетовому, а линии другой — к красному концу спектра. Яркая Капелла в созвездии Возничего и Спика в созвездии Девы принадлежат как раз к спектроскопически-двойным звездам.

На рисунке 55 видим удвоение линий в спектре звезды Бета Возничего, отсюда можно заключить, что эта звезда спектроскопически-двойная.

Многие из спектроскопически-двойных звезд узнаются также по периодическому уменьшению их яркости; оно происходит вследствие движения вокруг главной звезды темного спутника. Более подробное объяснение этого явления мы найдем дальше при знакомстве с переменными звездами.

15. Физическое строение звезд.

Часто ошибочно думают, что все астрономические открытия получаются только путем наблюдения в телескоп. Так, действительно, обстояло дело несколько десятилетий тому назад, но теперь дело обстоит совершенно иначе. Действительно, при открытии движения

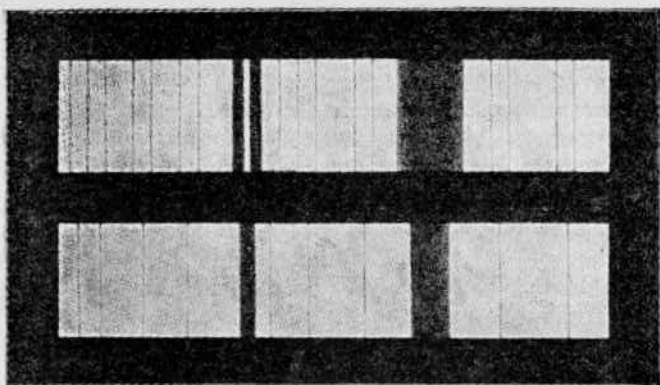


Рис. 55. Удвоение линий в спектре звезды Бета Возничего.

невидимых нам тел в двойных звездах, а также при определении движения звезд по направлению к нам и от нас, — одним словом, при всех этих завоеваниях, которыми современная астрономия совершенно по праву гордится, телескоп уже не играл главной роли. Все эти открытия получены при помощи спектроскопа и фотографической пластинки. При помощи спектроскопа и фотографической пластинки стали доступны исследованию даже невидимые нам миры, — стала развиваться астрономия невидимого.

При определении физического строения звезд, которые даже в самые сильные телескопы кажутся только точками, приобретает значение, главным образом, спектроскоп. Только со времени применения его для астрономических наблюдений можно говорить об исследовании физического строения звезд.

Самое существенное преимущество применения спектроскопа по сравнению с прямыми наблюдениями звезд в телескоп заключается в том, что наблюдение при помощи спектроскопа совершенно не зависит от расстояний до звезд. Чем дальше от нас звезда, тем труднее ее

различить; это правило имеет значение только для невооруженного глаза и для телескопа. Для спектроскопа же достаточно только того, чтобы можно было заметить спектр звезды, и физическое строение этой звезды можно уже исследовать так же хорошо, как если-бы она стояла совсем близко от нас. То обстоятельство, что луч света находится в пути 100 или 1.000 лет, совершенно не мешает нам получить из спектра этой далекой звезды те же выводы, что и из спектра земного источника света.

Спектр звезды, за очень редкими исключениями, так же, как солнечный спектр, пересечен многочисленными темными линиями. Это доказывает, что каждая звезда, как и наше Солнце, окружена атмосферой, которая поглощает отчасти свет. Но из этого еще совершенно не следует, что атмосфера у звезды холодная. Напротив того, даже у более остывших звезд атмосфера еще так горяча, что температура ее значительно превосходит температуру любой плавильной печи на Земле.

При внимательном сравнении спектров различных звезд нашли, что почти никогда не бывает двух совершенно одинаковых спектров. Несмотря на это, в настоящее время можно установить три класса, существенно отличающихся друг от друга звездных спектров.

К первому классу принадлежат так называемые белые звезды. В спектре их немного темных линий, но при этом эти линии выступают очень резко. Между этими линиями преобладают, главным образом, линии гелия или водорода.

Небольшое количество линий в спектрах этих звезд, указывает на очень высокую температуру их. К этому классу относятся самые яркие наши звезды: Ригель, Спика, Регул, Сириус, Вега, Атаир. В атмосфере у первых трех из них преобладает, главным образом, гелий, а у трех последних—водород.

Ко второму классу принадлежат все те звезды, спектр которых в существенных чертах представляет собой повторение солнечного спектра. Это — так называемые желтые звезды. Они имеют спектры с многочисленными линиями различных металлов, из которых особенно выделяются линии кальция. Вероятно звезды этого класса окружены уже более охлажденными атмосферами. К звездам второго класса принадлежат, например: Процион, Капелла, Альдебаран, Арктур и наше Солнце.

К третьему классу относятся все те звезды, в спектрах которых темных линий уже так много, что они образуют целые темные полосы, особенно в голубой и фиолетовой части спектра. Это — так называемые красные звезды. Атмосфера у этих звезд уже настолько охладилась, что здесь имеются уже соединения некоторых химических элементов между собой, например, — соединения титана с кислородом в окись титана, углерода с кислородом в окись углерода, углерода с водородом в углеводород и другие соединения. Как

пример звезд третьего класса укажем на звезды: Бетегейзе и Альфа Геркулеса.

При всем этом особенно бросается в глаза то обстоятельство, что большинство линий в спектрах звезд совершенно тождественны с линиями известных на Земле тел. Из этого следует, что вещество, из которого состоят эти далекие солнца вселенной, в главных чертах своих, такое же, как и вещество, которое входит в состав Земли.

Одно из веществ, которое чаще всего встречается в атмосферах звезд, это — водород: в спектрах почти всех звезд видны линии этого газа. То же самое можно сказать о железе и кальции. Мы знаем, что как раз эти вещества также очень сильно распространены и на Земле. Все это нам говорит об однообразии вещества во всей вселенной.

Нужно упомянуть также, что часто случалось открывать неизвестное нам вещество сначала на другом небесном теле, а потом уже находить это вещество на Земле. Так, при спектроскопическом исследовании Солнца, а позднее и некоторых звезд первого класса, нашли определенные, ясно выраженные линии одного неизвестного нам газа. Его называли, согласно открытию его на Солнце — гелием, т. е. солнечным газом. И только дальнейшие исследования потом привели к нахождению гелия в земном минерале клевеите и в очень ничтожном количестве даже в земной атмосфере.

Кроме этого, в спектрах некоторых звезд и даже в спектре нашего Солнца имеются еще некоторые линии, которые нельзя приписать какому-нибудь известному нам веществу. Но эти исключительные случаи, которые, подобно случаю с линиями гелия, найдут себе рано или поздно должное объяснение. Распределение звезд на отдельные спектральные классы привело к очень важным результатам: мы теперь знаем зависимость между спектром и абсолютной яркостью, объемами и даже движением звезды.

16. Плотность и температура звезд.

Во многих случаях, особенно у двойных звезд, удалось получить представление о плотности звезды или, как принято это называть, об ее удельном весе. Очень замечательно то, что почти у всех этих звезд плотность оказалась меньше плотности наших твердых и жидких тел, и были даже часто случаи, когда плотность звезды была меньше плотности воздуха. В этом отношении наше Солнце, хотя и его плотность очень незначительна, повидимому, является исключением, так как только очень небольшая часть звезд имеет такую плотность, как наше Солнце.

Это указывает на то, что температура этих небесных тел чрезвычайно высока, так как все жидкие и твердые вещества там обращаются в пар подобно тому, как обращается в пар кипящая вода. Мы имеем полное основание думать, что звезды в большинстве слу-

чаев представляют собой огромные шарообразные массы чрезвычайно нагретых паров различных тел.

Долгое время не имели никаких сведений о температуре звезд. Так как идущее прямо от звезд излучение слишком ничтожно, чтобы быть как-нибудь измеренным, поэтому до последнего столетия в этом отношении существовали только предположения.

Между тем, в самое последнее время, удалось установить некоторые соотношения между температурой излучающего тела и яркостью отдельных частей спектра. Таким образом, в настоящее время можно определять температуру звезд по их спектру с точностью почти такой же, как и для Солнца.

Такие спектральные измерения были произведены в большом числе на Астрофизической обсерватории в Потсдаме. Они дали для звезд одинаковых спектральных классов совсем почти одинаковую температуру. Так, у белых звезд температура будет от 9.000 до 10.000 градусов, для желтых звезд — от 6.500 до 4.000 градусов, для красных — около 3.500 градусов. Как и нужно было ожидать, оказывается, что белые звезды имеют самую высокую температуру, а красные — самую низкую.

Эти числа, как и для Солнца, нужно считать, во всяком случае, очень возможными, но только для внешнего излучающего слоя, потому что центральная масса, как Солнца так и звезды, должна быть более нагретой, чем на поверхности. С поверхности тепло излучается в пространство вселенной; поэтому внешняя поверхность мало-помалу остывает. Если образующая тело масса находится в покое, то это охлаждение приведет к тому, что на звезде образуется твердая кора, как на расплавленной массе железа.

Мы знаем из предыдущего, почему Солнце излучает свет и тепло и будет излучать их еще много и много миллионов лет. Тоже происходит и на звездах. Масса звезды постоянно сжимается, охлажденные пары с ее поверхности погружаются в более глубокие горячие части, нагреваются там и затем снова вылетают со страшной скоростью.

Такой процесс, который несколько похож на кипение воды, может, однако, иметь место только в том случае, если величина звезды не очень мала. Звезда величиною, например, с Луну при всяких обстоятельствах так охладилась бы уже через несколько тысячелетий, что на ее поверхности образовалась бы твердая кора. Это положило бы немедленно конец излучению света и тепла.

17. Великаны и карлики среди звезд.

Наши знания физического строения звезд и их температуры дали возможность при помощи спектроскопа прийти за последние десятилетия к очень важным открытиям в области звездной астрономии.

Чтобы наглядно показать это, нанесем на сетку (см. рис. 56) по абсолютной яркости и по спектру все наиболее яркие, известные нам, звезды.

На рисунке 56 вертикальные линии имеют следующее значение: В и А—это белые, F—желтоватые, G—желтые, К—желто-красные и М—красные звезды. А горизонтальные линии от —4 до +8 обо-

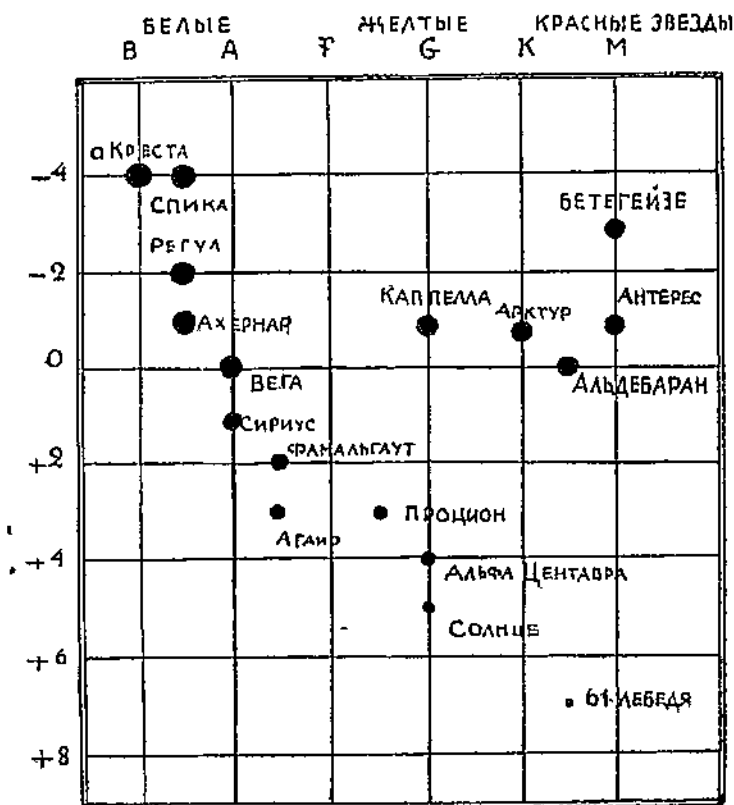


Рис. 56. Абсолютная яркость и спектральный тип наиболее ярких звезд.

значают абсолютные яркости, т.-е. величины, которые имели бы звезды, если бы мы привели их все на расстояние 33 световых лет.

Таким образом, например, Спика—очень далекая белая звезда с абсолютной величиной в—4. Она сияла бы на небе подобно Венере, если бы мы могли приблизить ее к нам на расстояние в 33 световых года. Мы заносим ее между В и А на ряд—4 (см. рис. 56). Белый Регул на две величины менее ярк чем Спика, поэтому он стоит на один ряд ниже. Таким способом мы наносим на этот рисунок

и остальные звезды по их абсолютной яркости и их спектральному классу.

Тогда перед нашими глазами открывается удивительный результат. Прежде всего мы отчетливо замечаем, что часть звезд расположилась по сетке приблизительно, с угла на угол. Это показывает, что звезды становятся тем желтее, чем меньше света они излучают. Рядом с этим на небе, по какой-то странной случайности, есть звезды, которые, несмотря на свой желтый и даже красный цвет, абсолютно очень ярки; достаточно бросить взгляд на верхние клетки нашего рисунка. Почти все яркие желтые и красные звезды, которые мы видим на небе, принадлежат к этой группе, существование которой установил Гертцшпрунг еще лет 20 тому назад. Звезды одного и того же спектрального класса, но отличающиеся между собой яркостью, должны отличаться величиною своих масс.

Действительно, мы видели раньше, что каждому цвету и каждому спектральному классу соответствует определенная температура. Поэтому, если слабая по свету звезда 61 Лебеда и яркий Альдебаран имеют одинаковую температуру, то это может быть только тогда, если Альдебаран очень большое небесное тело, а звезда 61 Лебеда, напротив, очень маленькое. То же самое относится, например, к звезде Капелле и нашему Солнцу, которые также стоят в одном вертикальном ряду, но отделены несколькими клеточками друг от друга (см. рис. 56).

По Гертцшпрунгу яркие и в то же время очень большие звезды называются великанами или гигантами, а, наоборот, слабые светом и маленькие по массе звезды называются карликами. Совершенно белые звезды на небе почти все без исключения великаны, а желтые и красные, наоборот, бывают великаны и карлики (см. рис. 56). Например, Капелла, Арктур, Антарес, Бетегейзе суть великаны. Альфа Центавра, Солнце и звезда 61 Лебеда—звезды-карлики.

На рис. 56 диаметры звезд обозначены только приблизительно. Более верное представление о величине и плотности этих небесных тел можно получить, если представить себе звезду 61 Лебеда в виде крошечного хлебного зернышка; тогда Альдебаран будет в виде большого, наполненного светящимся газом, мыльного пузыря.

В последнее время удалось даже непосредственно измерить диаметры некоторых ярких звезд-великанов. Для этой цели пользовались, изобретенным Михельсоном, особым инструментом, совместно с большим зеркальным телескопом обсерватории Вильсона в Калифорнии. Так Пеазе в 1920 и 1921 году определил диаметр Арктура в 0,024, Бетегейзе—в 0,046 и Антареса—в 0,040 дуговых секунд.

Зная расстояния до этих звезд, легко можно определить диаметры этих звезд в километрах. Диаметры эти будут следующие: для Арктура 30 миллионов километров, т.-е. диаметр его равен 20 солнечным диаметрам; для Бетегейзе 380 милл. км., т.-е. диаметр

его равен 275 солнечным диаметрам; для Антареса 640 миллионов км., т.-е. диаметр Антареса равен 460 солнечным диаметрам. Следовательно, Бетегейзе заполняет почти все пространство, которое занимает орбита Марса, а Антарес простирается ещё дальше этого.

Эти последние открытия в связи с тем, что нам известно о температуре звезд, показывают, что каждая звезда имеет удивительную историю своей жизни. Она начинается с космической туманности, ядро которой в течение времени уплотняется в гигантскую звезду. Без сомнения, температура звезды в этой начальной стадии развития ещё не очень высока, и звезда нам будет казаться не белой, но красной.

Затем уплотнение идет все дальше и дальше, звезда делается горячее и постепенно становится желтой, а потом белой, пока она не достигнет наивысшей своей температуры. После этого наступает затишье и начинается обратный процесс. В течение ближайших миллионов лет звезда начинает снова остывать, цвет ее становится мало-по-малу опять желтый и красный, между тем как ее объем делается в то же время все меньше и меньше. В конце концов, ее свет должен совсем погаснуть, звезда станет темным невидимым телом, и история ее жизни будет закончена.

По этой теории, которая, около 10 лет тому назад, была предложена американцем Русселом и доказана многочисленными наблюдениями, оказывается, что каждая нормальная звезда начинает свой жизненный путь, как красная звезда-великан, и кончает его красной звездой - карликом. Следовательно, для каждой звезды есть подъем и спуск. Возвращаясь к рис. 56, мы можем сказать, что, например, Антарес, Арктур и Капелла в этом смысле — восходящие звезды - великаны, а Процион, Солнце, Альфа Центавра и звезда 61 Лебеда, наоборот, — нисходящие звезды-карлики.

18. Переменные звезды.

Большинство людей смотрят на звездное небо, как на пример вечного постоянства. Большинство пословиц и изречений всех времен и народов всегда противопоставляли вечность и неизменность звезд перемене и кратковременности всего земного. Хотя это справедливо для большинства звезд, но все же теперь небо не может служить символом вечности и неизменности: мы знаем, что есть собственное движение звезд в пространстве. Однако, не только взаимное положение звезд на небе, но и свет их, как оказывается, вовсе не так постоянны.

Первый, кто в исторические времена наблюдал изменение в блеске звезд, был Фабрициус. В августе 1596 года он заметил в созвездии Кита неизвестную до того времени звезду третьей величины, которая вскоре стала опять слабее и, в конце концов, в октябре стала совершенно невидима. Эта звезда, которую впоследствии

назвали «Мира Кита» или «Удивительная», в следующие годы появлялась через правильные промежутки времени, приблизительно, в 11 месяцев.

Прошли два столетия, прежде чем был обнаружен второй подобный же случай периодического изменения яркости звезды. В 1782 году Гудрикс нашел, что звезда Альголь в Персее, изменчивость света которой уже в 1699 году предполагал Монтанари, через промежутки времени, немного меньшие 3 суток, уменьшает в течение нескольких часов свою яркость и из звезды 2-й величины делается звездой 4-й величины.

В начале 19 столетия было установлено еще у некоторых звезд более или менее правильное изменение яркости их. С тех пор, как астрономы стали постоянно исследовать небо, они стали находить из года в год все больше и больше таких переменных звезд. В настоящее время таких звезд насчитывают уже больше 2.000, и число их быстро растет с каждым годом.

Некоторые из этих звезд изменяют свою яркость неправильно, но большинство из них имеет более или менее правильный период изменения яркости. Продолжительность этого периода бывает равна нескольким часам, а иногда охватывает и многие годы.

Хотя на обсерваториях уже несколько десятилетий применяют для измерения яркости звезд особые приборы, так называемые фотометры, все же больше всего о переменных звездах мы знаем благодаря простым оценкам их яркости на глаз. По этим наблюдениям записывается, насколько эта звезда кажется нам ярче или слабее по сравнению с соседними звездами, величина которых известна. Затем, все эти записи сравнений яркости обрабатываются известным образом, откуда получается наибольшая и наименьшая яркость наблюдаемой звезды и период изменения ее яркости.

19. Главнейшие из переменных звезд.

Самой замечательной из переменных звезд остается и по сей час открытая Фабрициусом первая переменная звезда — Мира Кита. Она имеет довольно правильный период в 330 суток, и во время наибольшей яркости, которая продолжается приблизительно 2 недели, она делается то второй, то третьей, а иногда только пятой величины. После каждого такого наибольшего увеличения ее яркости в течение нескольких недель яркость ее убывает, пока звезда не станет совершенно невидима простым глазом. Но в телескоп ее можно еще видеть почти целый год и следить в это время за дальнейшим изменением ее яркости.

Большинство переменных звезд очень похожи на звезду Мира Кита, только изменение их яркости бывает очень различно. Во

многих случаях это различие достигает четырех, пяти и, даже восьми звездных величин, между тем как у других звезд оно бывает очень незначительное и едва заметное для опытного даже наблюдателя.

Изменение яркости всех этих звезд с несомненно постоянным периодом до сего времени еще не получило настоящего объяснения. Эти переменные звезды типа Миры Кита имеют ясно выраженную красную или желто-красную окраску, и этим отличаются от правильно-периодических переменных звезд, сияющих всегда белым светом. Переменные звезды типа Миры Кита принадлежат к третьему спектральному классу, т. е. к тем звездам, охлаждение которых уже сильно продвинулось вперед. Может быть, эти охлаждающиеся звезды от времени до времени снова вспыхивают, или же они, при медленном вращении вокруг оси, иногда поворачивают к Земле более яркие места своей поверхности. Есть также попытки иначе объяснить изменение яркости этих переменных звезд, но все эти объяснения суть только попытки; окончательного и полного объяснения у нас все еще нет.

Вторая переменная звезда, считая в порядке их открытия, есть Альголь или звезда Бета Персея. Она может быть хорошо наблюдаема в наших широтах почти каждый вечер в течение всего года. Но осенью и зимою ее положение на небе особенно благоприятно. Главная особенность изменения ее яркости заключается в том, что в течение почти всего периода, который равен 2 суткам 21 часу, она сохраняет одинаковую яркость и бледнеет только на несколько часов.

Эти очень правильно наступающие короткие промежутки уменьшения яркости вызываются частичным затемнением Альголя, почти равным ему по величине, темным спутником, движущимся вокруг Альголя. В действительности человеческий глаз здесь еще никогда не видал этого спутника и, пожалуй никогда его и не увидит. Но, однако, его существование достоверно доказано не одним только правильно повторяющимся изменением яркости Альголя.

Действительно, этот темный спутник заставляет главную звезду этой звездной пары двигаться вокруг общего их центра тяжести. Это движение яркой звезды, также, как и в случае спектроскопически двойных звезд, установлено наблюдением отклонений линий в спектре Альголя. Отклонения эти обнаруживают движение Альголя то к нам, то от нас как раз в течение того же периода, в который совершается и изменение его яркости. Таким образом, стало возможно чисто вычислительным путем точно определить орбиту этой невидимой системы двойной звезды, как будто бы эти движения совершались в нашей непосредственной близости и будто бы мы их непосредственно наблюдали (см. рис. 57)

Из правильных переменных звезд на втором месте нужно упомянуть звезду Бета Лиры, которую можно найти внизу направо на

нашем рисунке созвездия Лиры (см. рис. 45). Ее можно видеть у нас каждый ясный вечер весною, летом и осенью.

Если читатель будет изо дня в день сравнивать яркость этой звезды с яркостью соседней звезды Гамма Лиры, которая почти той же величины, то он найдет, что обе эти звезды в некоторые вечера приблизительно одинаковы, но что затем правая звездочка, как раз Бета Лиры, отчетливо кажется слабее, чем левая звездочка, Гамма Лиры.



Рис. 57. Изменение яркости Альголя.

Повторения этих наблюдений показывают, что изменение яркости Беты Лиры происходит в период, приблизительно, равный 13 суток. За это время наступают два одинаково наибольших увеличения яркости и два немного различные уменьшения яркости этой переменной звезды.

Теперь известно, что и в этом случае изменение яркости звезды в действительности исходит не от самой звезды. Причиной его является то, что звезда Бета Лиры, как и Альголь, двойная звезда. Составляющие звезды этой звездной пары, в противоположность Альголю, почти одинаковой яркости, вращаются друг возле друга и при движении одного вокруг другого, они становятся то рядом, то один за другим.

Третья, очень правильная переменная звезда, это—Дельта Цефея. Она изменяет свою яркость в течение 5 суток следующим образом: от наименьшей своей яркости, которая достигает 4,5 величины, яркость ее быстро возрастает, затем опять несколько медленно убывает и т. д. При этом изменяется и природа спектра этой звезды, следовательно, на ряду с изменением яркости изменяется и скорость движения звезды. Несмотря на все попытки, астрономам вплоть до сего времени еще не удалось найти истинную причину изменения яркости у этой и у подобных ей звезд. Нужно отметить также, что в некоторых шаровых звездных скоплениях замечаются такие же изменения яркости некоторых составляющих звезд, как и у звезды Дельта Цефея, но только период их короче. Он равен от 3 до 24 часов.

20. Новые звезды.

К переменным звездам на небе принадлежат весьма вероятно и так называемые новые звезды. Они совершенно внезапно появляются в тех местах неба, на которых раньше совсем не было видно звезд, или же виднелись очень слабые звезды. При этом они во многих случаях сияют с такой силой, что равняются по яркости самым ярким звездам и даже иногда значительно превосходят их. Почти всегда эти звезды появляются вблизи Млечного Пути.

В китайских летописях, а также и в европейских, часто упоминается о появлении новой звезды. Составление древнейшего звездного каталога, сделанное Гиппархом, было вызвано появлением новой звезды в 134 году до нашей эры. Чтобы всегда иметь возможность отличать новую звезду от известной нам раньше, Гиппарх, как полагают, и решился определить положение на небе всех видимых глазом звезд и занести их в особый звездный каталог.

Но самое интересное появление новой звезды наблюдалось в 1572 году. В начале ноября этого года в созвездии Кассиопеи внезапно появилась чрезвычайно яркая звезда, которая, подобно Венере, была видима даже днем. Эту новую звезду называют «Новой звездой Тихо», по имени датского астронома Тихо Браге, который открыл ее, точно определил ее положение на небе и проследил изменения ее яркости.

Из записей Тихо Браге видно, что эта звезда до марта 1573 года уменьшилась в яркости до первой величины, в мае того же года — до второй или третьей величины. В ближайшую зиму 1573—1574 года, после того как ее белый цвет мало-по-малу стал красноватым, она совершенно исчезла и стала невидима для простого глаза. Телескоп же был изобретен только через 40 лет после этого, в 1610 году; поэтому осталось невыясненным, исчезла ли она совершенно, или же она только стала очень слабой, невидимой для простого глаза.

Затем, новые звезды замечательной яркости наблюдались в 1600, 1604, 1866, 1901, 1918 и 1920 годах. Из них по яркости похожи на звезду Тихо следующие новые звезды: 1604, 1901 и 1918 годов. О последних двух звездах, явившихся в наши дни, мы дальше расскажем несколько подробнее.

21. Новые звезды последнего времени.

21 февраля 1901 года в Англии один любитель астрономии, по фамилии Андерсон, нашел в нескольких градусах от Альголя в созвездии Персея новую звезду третьей величины. Согласно произведенных исследований, оказалось, что она сутки тому назад была 12 или 13 величины.

После открытия яркость ее в течении 2 дней возросла до силы света Веги или Капеллы, а затем медленно, но неуклонно убывала до половины марта 1901 г. В это время яркость этой звезды ослабела уже до четвертой величины и начала обнаруживать периодические колебания, — цвет звезды, при этом также менялся. Звезда была то четвертой, то пятой величины, то беловато-желтая, то темно-красная.

Это изменение в яркости и цвете звезды продолжалось приблизительно до конца июня; после этого звезда стала все время медленно убывать в яркости. Спустя несколько лет, эта новая звезда стала видной только в сильные телескопы, т.-е. стала опять звездой 12 и 13 величины.

Такая же яркая новая звезда, сиявшая ярче Веги в течение нескольких часов, внезапно вспыхнула 8 июня 1918 года в созвездии Орла. Явление этой звезды почти в точности похоже на появление новой звезды в созвездии Персея. Протекающие вначале очень быстро, изменения яркости этой звезды сделались вскоре периодическими и затем уступили место медленному уменьшению яркости, которое продолжается еще и по сей час.

На фотографических снимках прежних лет на месте этой новой звезды, оказывается, тоже была слабая переменная звезда; таким образом, здесь мы имеем дело, собственно говоря, не с настоящей «новой» звездой. Вообще, это название «новая звезда» совершенно неправильно: нельзя думать, что при появлении новой звезды создается новое небесное тело.

Наблюдения новой звезды в Персее при помощи фотографии показали, что в конце августа 1901 года эта новая звезда на фотографических снимках оказалась окруженной туманностью, имеющей форму кольца; при этом отдельные части этой туманности, вполне отчетливо перемещались. Более точные измерения и наблюдения осенью и зимою 1901—1902 года установили, что движения частей этой туманности происходили, приблизительно, со скоростью света, т.-е. со скоростью в 300.000 км. в секунду.

Такая скорость движения материальных частиц считается, как известно, совершенно невероятной. Поэтому невозможно было считать наблюдаемые движения частей этой туманности за действительно существующие; гораздо вероятнее их было считать за распространение света в слоях уже существующего темного тумана, вызванное вспышкой «новой звезды» в феврале 1901 года.

Если считать правильным это объяснение, то появление новой звезды, вообще, происходит согласно теории Зейлигера следующим образом: темное небесное тело, которых в небесном пространстве может быть бесчисленное множество, в своем движении столкнулось с плотным метеорным облаком или туманом. При этом не только этот метеорный туман, но и само небесное тело загорается. Свет вспыхивающей новой звезды, проходя через неодинаково плотные слои этой туманной оболочки, вследствие огромных расстояний, производит впечатление концентрических колец газообразной материи, т.-е. то, что мы видели у новой звезды в Персее.

Спектроскопическое исследование появившихся за последние десятилетия более ярких и более слабых новых звезд подтверждает вышеприведенное объяснение. Так, эти небесные тела обычно имеют во время увеличения яркости света обыкновенный спектр звезд с темными линиями; при достижении наибольшей яркости в спектре их выступают уже рядом с темными линиями светлые линии водорода и гелия, которые делаются все ярче и шире. Дальше, с уменьшением яркости новой звезды, спектр ее бледнеет и постепенно переходит в отдельные светлые линии, т.-е. в спектр газа.

Химические элементы, которые оказались в спектрах новых звезд, почти те же, какие мы находим в атмосферах Солнца и неподвижных звезд. Водород, гелий, кальций и т. д. играют и здесь главную роль, как и вообще всюду в пространстве вселенной.

22. Туманные пятна и звездные скопления.

В то время как почти все звезды даже в самые сильные телескопы кажутся нам только светлыми точками, есть между ними такие, которые даже в небольшую зрительную трубу представляются маленькими белесоватыми пятнами.

При более точном исследовании обнаруживается, что эти белесоватые пятна или состоят из отдельных, тесно скученных, звезд или же представляют из себя газообразную светящуюся туманную массу. Во всяком случае простым глазом и в небольшую трубу нельзя установить строгого отличия между этими звездными скоплениями и туманными пятнами.

Часто бывает, что при наблюдении простым глазом или в маленький телескоп нам кажется туманность, однако, при применении более сильного телескопа оказывается, что эта туманность разлагается на множество звезд, тесно стоящих одна около другой, и необходимо достаточно сильное увеличение телескопа, чтобы видеть эти звезды отдельно друг от друга.

Такого рода наблюдения приводили раньше к предположению, что туманности, вообще, представляют из себя то же, что и отдаленные звездные скопления, которые при достаточном увеличении телескопа разложились бы на отдельные звезды.

Этот взгляд в настоящее время признан совершенно неправильным. На ряду со звездными скоплениями на небе есть также и настоящие туманности, которые состоят не из звезд, но из масс светящегося газа. Решение этого вопроса сделано только благодаря применению спектроскопа. Действительно, в то время, как звездные скопления дают спектр, похожий на спектр отдельных звезд, в спектре настоящих туманностей заметны только светлые линии, как у светящегося газа. Это показывает, что массы настоящих туманностей газообразны, а звездные скопления состоят из отдельных звезд.

Очень многие более слабые туманности вообще недоступны спектроскопическому исследованию; поэтому, обозначение их как звездные скопления или как туманности и сейчас еще иногда не может быть признано вполне окончательным.

23. Газообразные туманности.

Из газообразных туманностей только очень немногие видны невооруженному глазу. Действительно, среди них есть только одна туманность, которая так велика и так ярко бросается в глаза, что и без

помощи зрительной трубы можно ее отличить от звезды. Это—знаменитая большая туманность Ориона (см. рис. 58).

Большая туманность Ориона кажется невооруженному глазу звездой пятой величины. Кто не обладает особенно острым зрением, тот только с трудом отличит ее от соседних звезд. Эта ту-



Рис. 58. Большая туманность в Орионе.

манность находится между Ригелем и самой южной звездой пояса Ориона (см. рис. 48).

В телескоп эта туманность наблюдалась раньше всех Гюйгенсом, который сделал первый рисунок ее неправильных очертаний и оставил после себя описание этого небесного светила. По описанию Гюйгенса туманность Ориона имеет совершенно необычайный вид, который производит впечатление, как будто бы здесь отверстие в небесном своде, откуда сияет свет.

туманности тоже видна слабо светящаяся туманная масса более разреженная, чем масса кольца. На фотографических снимках этой туманности в центре кольца она видна в виде звезды (см. рис. 60).

Относительно этих планетарных туманностей предполагают, что они представляют собой огромные шарообразные массы газа, который особенно плотным является в одном определенном слое. Так как мы видим этот слой со стороны, то туманность кажется нам особенно яркой в виде овального кольца (см. рис. 60).

Что касается до химического состава этих газообразных туманностей, то он еще теперь не вполне точно определен, так как спектральные исследования туманностей, вообще, очень трудны. Например, у всех газообразных туманностей выступают две чрезвычайно яркие зеленые линии, не принадлежащие к линиям ни одного известного на Земле вещества. Наряду с этим, в спектрах туманностей большею частью видны линии водорода и гелия. Но часто также мы видим на этих спектрах не все линии водорода или не в обычной последовательности их по яркости; поэтому, еще неизвестно, — в каком состоянии находится во многих туманностях этот столь распространенный газ.



Рис. 60. Кольцеобразная туманность в Лире.

Из каких бы химических элементов ни состояли эти газообразные туманности, одно вполне достоверно, что они представляют из себя совершенно необычайно прозрачные массы газа. Если поместить нашу Землю в центре такой газообразной туманности, то мы едва бы заметили существование туманности; самое большее, нам показалось бы, что небо сделалось несколько светлее обычного. Этому представлению о таком разреженном состоянии вещества в туманностях помогает и тот факт, что эти туманности размерами своими в большинстве случаев превосходят размеры всей нашей солнечной системы в 100 и более раз.

Если бы вещество туманности имело такую же плотность, как разреженный газ в изготавливаемых нашими лабораториями в пустотных приборах, то уже при количестве его по объему с нашу планетную систему поглощался бы весь свет, проходящий через эту газообразную массу; иными словами, подобный слой газов был бы совершенно непрозрачным. Между тем большая часть туманностей, несмотря на их громадные протяжения, кажется только нежнейшим

покровом на небе, сквозь который проходит свет совершенно почти неизменным. Итак, в наших лабораториях мы еще не можем получить такого разряжения газа, в каком он находится в газообразной туманности.

24. Спиральные туманности.

Самые удивительные по форме туманности, которые открыла фотография, есть так называемые спиральные туманности.

Известный английский астроном Росс, который с 1846 до 1867 года посвятил себя исключительно наблюдениям туманных пятен на небе, при помощи своего большого зеркального телескопа, установил спиральное строение у некоторых туманностей, чего не было замечено раньше.

Так как тогда уже считали большинство туманностей газообразными, то это открытие возбудило большой интерес. В этих спиральных туманностях видели ту первоначальную форму небесных тел, из которой впоследствии, путем уплотнения вещества, образуются звезды.

Дальнейшие наблюдения Росса, однако, не подтвердили окончательно это предположение. Разрешению этого вопроса в особенности содействовала фотография с тех пор, как она показала нам на снимках этих туманностей такие подроб-



Рис. 61. Большая туманность в Андромеде.

ности, которые при непосредственном наблюдении ускользают даже от самого острого зрения. Известны всему миру фотографические снимки туманностей, полученные при помощи самых больших в мире зеркальных телескопов на американских обсерваториях. При помощи этих снимков теперь доказано, что, без сомнения, большая часть туманностей на небе имеет спиральную форму. Их общее число по оценке Куртиса составляет около миллиона.

Наибольшая и самая яркая спиральная туманность—это большая туманность Андромеды. В полевой бинокль она имеет вид широкого

туманного веретена без каких-либо подробностей, и то же впечатление получается и при рассматривании ее в телескоп. По меткому выражению открывшего ее в 1612 году Симона Мариуса она имеет такой же вид, как будто бы свет находится за просвечивающей материей, например, за пластинкой слюды или рога. Но совершенно другую картину дает нам фотографический снимок (см. рис. 61). На этом снимке видно, что вещество туманности распределено совершенно неравномерно в форме плоской спирали, плоскость

которой несколько наклонена к лучу зрения.

В особенности сильное впечатление производят те спиральные туманности, ветви которых представляются взору на снимках без сокращения, как это, например, мы видим у спиральной туманности в Большой Медведице, изображенной на рис. 62.

С большими затруднениями производится исследование спектра спиральной туманности. Насколько можно пока установить, спектр спиральной туманности очень похож на солнечный спектр. Таким образом, эти удивительные небесные



Рис. 62. Спиральная туманность в Большой Медведице.

тела, возможно, представляют собой отдаленные звездные скопления, а вовсе не газообразные туманности, как думают некоторые. В этом случае, однако, сомнение не совсем устраняется при помощи спектрального исследования, потому что с лучами света от туманности идут также лучи от соседних или находящихся внутри этой туманности звезд. Подобное явление, например, наблюдалось в явно темных частях туманности вблизи новой звезды в Персее и в некоторых других местах неба.

Значение спиральных туманностей еще больше теперь возросло благодаря исследованиям, обнаружившим движение в этих туманно-

Кроме того, обнаружено, что спиральные туманности удаляются от плоскости Млечного Пути, как раз обратно тому, что мы знаем о газообразных туманностях, которые почти все без исключения лежат чрезвычайно близко к Млечному Пути, и нет сомнения в том, что они связаны с ним.

О расстоянии спиральных туманностей от нас существуют только предположения. Вероятно даже самые близкие из них удалены от нас на много тысяч световых лет.

Многие из более ярких звездных скоплений, как например Плеяды в созвездии Тельца (см. рис. 47), Пресеппе или Ясли в созвездии Рака, скопление звезд в Персее—нам уже известны; о них упоминалось при описании созвездий. Если уже у этих звездных групп возможна физическая взаимная связь составляющих звезд, благодаря близкому расстоянию, сходству спектров и общему собственному движению звезд, то тем более возможна эта связь звезд в звездных скоплениях, у которых отдельные звезды сгруппированы в огромный шар.

- 149 -

маленьком месте неба, которое невооруженному глазу кажется лишь точкой, число звезд только отчетливо видимых будет 27.000.

Два самых красивых и самых больших звездных скоплений находятся в южном полушарии неба; это скопление в Центавре и в Тукане. Другие более яркие шарообразные звездные скопления северного неба находятся в Гончих Собаках, в Весах, в Водолее и в Пегасе.



Рис. 63. Большое звездное скопление в Геркулесе.

Переход к рассеянным звездным группам представляют из себя некоторые, не слишком плотные, шарообразные скопления, у которых уплотнение уменьшается по направлению к центру, и в этом случае звезды могут быть сосчитаны в отдельности. В особенности многочисленны эти переходные формы звездных скоплений в Млечном Пути в созвездии Стрельца. В этом можно легко убедиться, изучая эту часть неба поздним летом при помощи обыкновенного полевого бинокля.

Несмотря на самые тщательные наблюдения этих звездных скоплений, долго не было возможности ре-

шить вопрос: на каком же приблизительно расстоянии лежат эти особенные звездные островки? Также не удавалось определить: принадлежат ли они к окружающей нас системе звезд или же, быть может, лежат далеко за ее пределами? Но только недавно одна удивительная особенность некоторых из шарообразных скоплений дала возможность оценить их расстояние.

При изучении и сравнении фотографических снимков Байлей в 1900 году нашел, что некоторые шарообразные скопления содержат необычайно много переменных звезд. В особенности замечательно в этом отношении звездное скопление в Гончих Собаках. Среди 900 изученных звезд этого скопления оказалось не менее 129 переменных. Таким образом, в этом звездном скоплении приблизительно

каждая седьмая звезда изменяет свою яркость. Кроме того, эти изменения яркости протекают очень однообразно. Они происходят большею частью в течение немногих часов и, повидимому, так же, как у других отдельно стоящих переменных звезд типа Дельта Цефея.

Позднейшие наблюдения показали, что период изменения яркости переменной звезды зависит от абсолютной яркости ее, а именно, — период этот увеличивается по мере увеличения яркости у этих звезд. Хотя еще и не удалось найти достаточно точно величину этого соотношения, но все же можно воспользоваться этой зависимостью для оценки расстояния тех шарообразных скоплений, в которых есть переменные звезды.

Американский астроном Шаплей первый произвел такие вычисления. При этом оказалось, что только у очень немногих шарообразных звездных скоплений расстояние равно или немного меньше 50.000 световых лет. Большая часть этих звездных скоплений, вероятно, еще гораздо дальше удалены от нас, так что тесное расположение их звезд — только кажущееся. Во внешних областях этих скоплений, без сомнения, звезды рассыпаны значительно реже, чем в центральной части скопления. Но густота расположения звезд в этой центральной части только относительная, так как расстояния между звездами и тут так велики, что свету нужно много недель и месяцев, чтобы от одной звезды дойти до ближайшей.

26. Млечный Путь.

Нам уже известно из предыдущего, что Млечный Путь, при более точном исследовании, оказывается тоже звездным скоплением огромного множества очень слабых звезд. Звезды эти так далеки от нас, что простым глазом не различить в отдельности ни одной из них.

Изучение Млечного Пути чрезвычайно важно для выяснения положения Земли в мировом пространстве. Начиная с Гершеля, многие астрономы занимались наблюдением Млечного Пути для решения этой задачи. Очень трудно, однако, разрешить этот вопрос об истинном виде Млечного Пути, потому что мы сами находимся внутри его границ.

Без сомнения, свет Млечного Пути вызывается в большей мере звездами, стоящими друг за другом. Хотя мы и не можем еще непосредственно определить расстояния до этих далеких миров, но все же тот факт, что ближайшие к нам звезды — Альфа Центавра, Сириус, Атаир, Вега и другие, лежат вблизи от Млечного Пути, указывает на то, что между далекими звездами Млечного Пути и окружающими нас более яркими звездами есть некоторая зависимость.

Если углубить наше изучение Млечного Пути и дальше, то обнаруживается, что распределение звезд в пространстве происходит, в сущности, в одной плоскости — Млечного Пути. В направлении этой плоскости звезды расположены сравнительно тесно, в то время, как

перпендикулярно к ней, т.-е. в стороны от Млечного Пути, замечается уменьшение числа звезд. Так, круг с диаметром в градус, по направлению перпендикулярному к Млечному Пути, содержит в среднем 4 звезды, а в плоскости Млечного Пути—около 14 звезд до 10 величин. Таким образом, не подлежит сомнению, что наша звездная система имеет чечевицеобразную форму.

Из этих наблюдений можно сделать два вывода. Или наша звездная система, представляющая Млечный Путь, единственная во вселенной, или же она кончается в каком-нибудь беззвездном месте пространства, и за ней идут второе, третье, четвертое и т. д. подобного же рода звездные скопления.

Исследования, которые производились в этом направлении как раз за последние годы, позволяют считать этот последний вывод, как более вероятный. Но по вопросу о размерах ближайших к нам таких звездных систем нет еще ясного решения. В то время, как некоторые астрономы полагают, что наша звездная система—Млечный Путь—занимает пространство по длине от 30.000 до 40.000 световых лет, а в толщину до 5.000 световых лет; другие ученые путем измерений, распространенных и на самые слабые видимые звезды и звездные скопления, приходят к значительно большим размерам окружающего нас Млечного Пути.

Все светила, о которых шла речь до сих пор, значит, все более яркие звезды, рассеянные звездные скопления и газообразные туманности, вероятно, также и шарообразные звездные скопления, принадлежат к нашему тесному звездному скоплению, называемому Млечным Путем. Спиральные же туманности, наверно, находятся вне нашего звездного скопления.

Уже более 20 лет тому назад, хорошие знатоки Млечного Пути, в особенности Истон, указали на то, что Млечный Путь представляет собой большую спиральную туманность, которая является, собственно говоря, большим звездным скоплением.

Мы с нашим Солнцем находимся в середине этого скопления, поэтому нам и кажется на небе это звездное скопление в виде кольца, обнимающего весь небесный свод, как Млечный Путь.

Более плотные сгустки, которые мы видим на ветвях спиральных туманностей (см., например, рис. 62), суть наиболее яркие места Млечного Пути, так называемые облака в Стрельце и вблизи Южного Креста. Таким образом, вполне определенно можно сказать, что звездная наша система—Млечный Путь, на самом деле, имеет форму не кольца, а спирали. Если это так, то нам приходится считать спиральные туманности за далекие системы Млечных Путей.

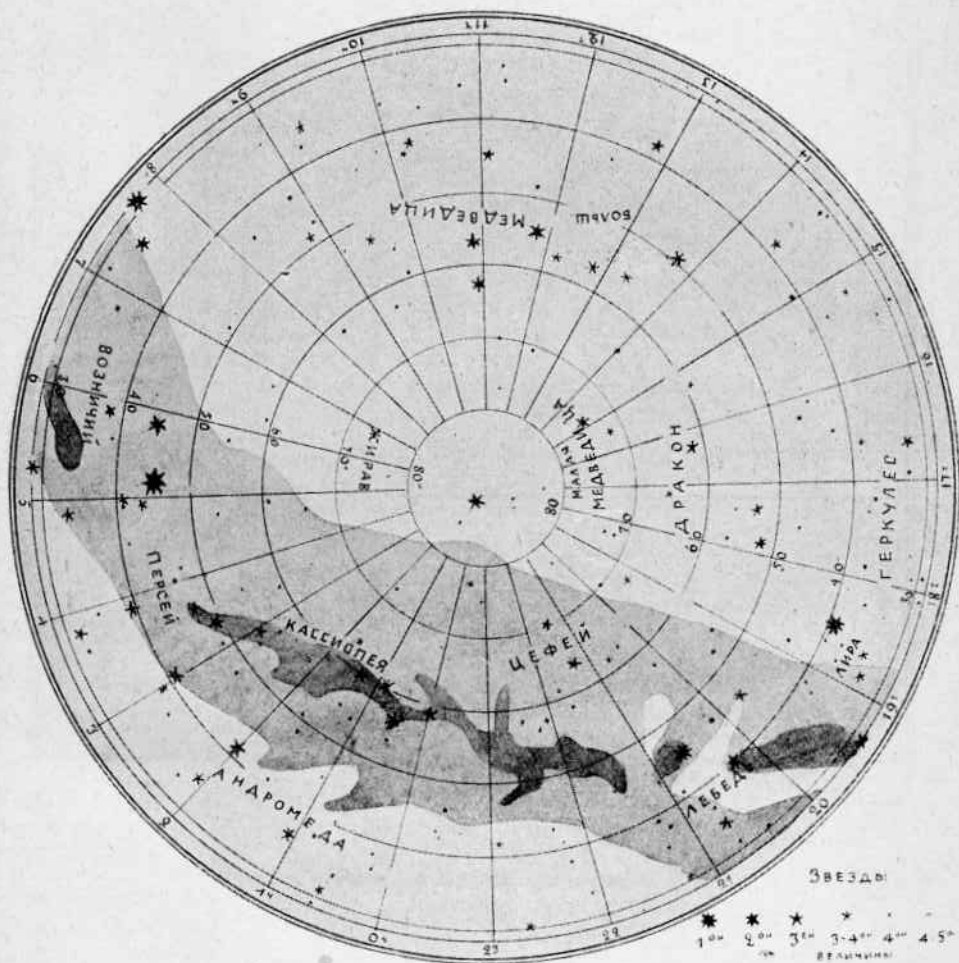
Тот факт, что при помощи фотографии удалось увидеть в некоторых из спиральных туманностей отдельные звезды, подтверждает это предположение; однако, в настоящее время еще невозможно дать вполне точного ответа по этому вопросу о строении вселенной. Едва прошло столетие с тех пор, как мы, вообще, можем

говорить о звездной астрономии, но история звезд насчитывает миллионы лет. Только одно краткое мгновение мы изучаем этот звездный мир и поэтому находимся только в начале всякого знания о нем.

Оба первых столетия после открытия телескопа были посвящены, главным образом, исследованию ближайших наших соседей в пространстве нашей солнечной системы. Теперь же стоят перед астрономией новые задачи, выступающие далеко за пределы нашей маленькой солнечной системы. Число этих задач так велико, что потребуются работа многих поколений, чтобы ответить хотя бы на часть вопросов, которые возникают у нас при наблюдении звездного неба.

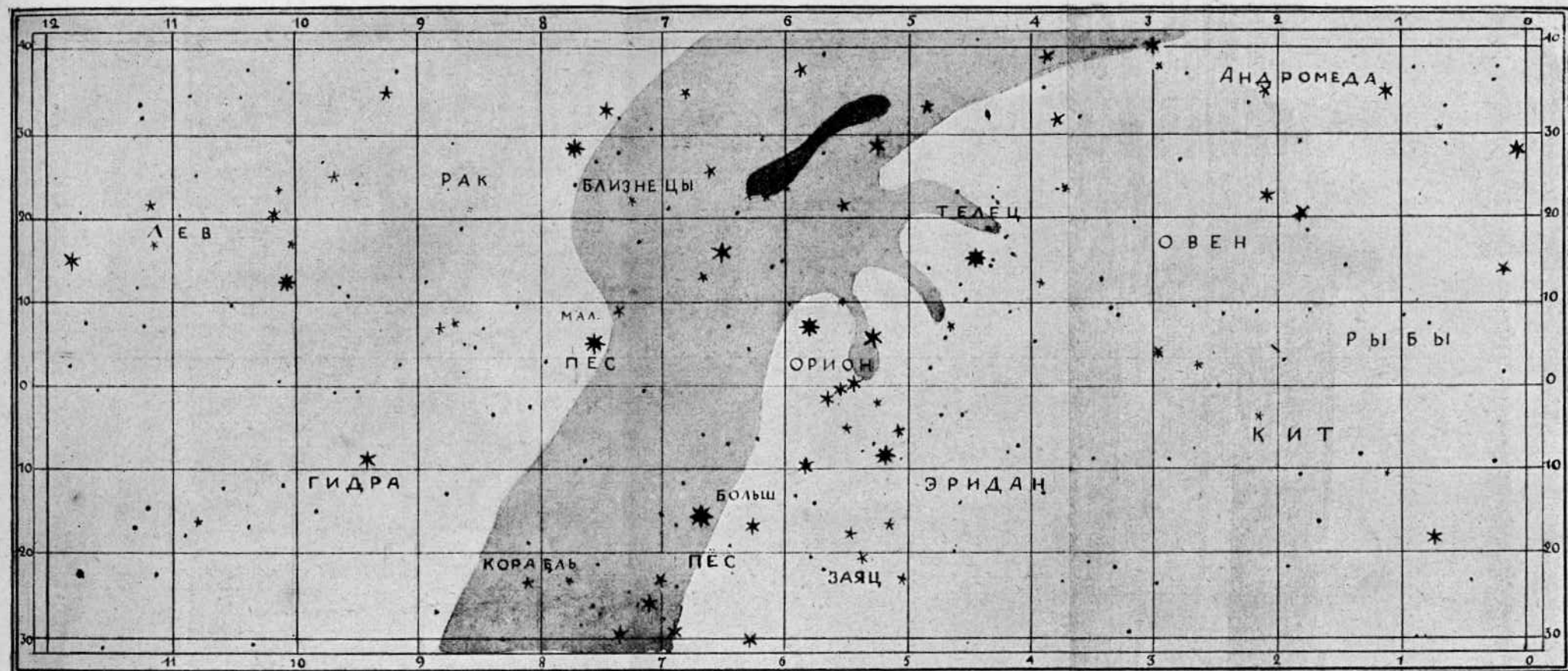
Таблица 1.

Звездная карта Северного полушария.



Звезды 1-ой величины: Капелла в Возничем, Поллукс в Близнецах, Вега в Лире, Денеб в Лебеде.

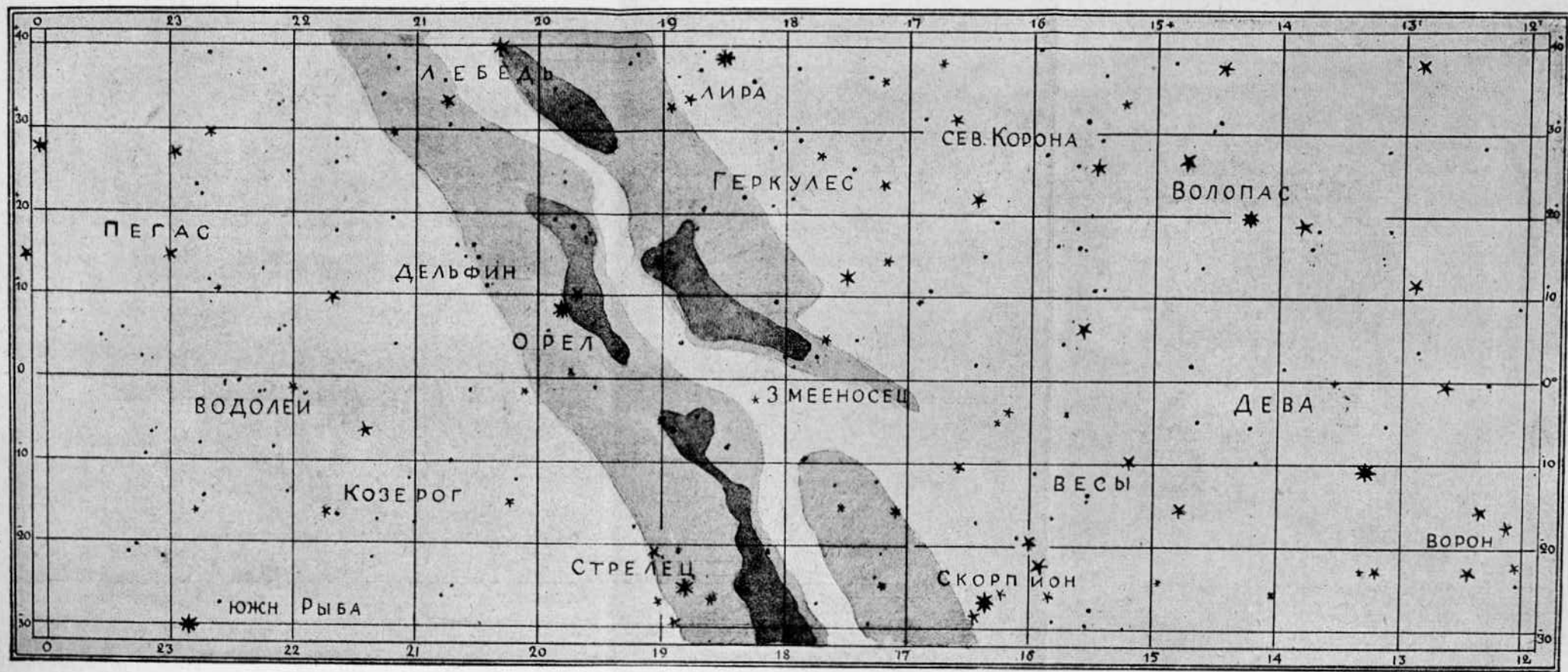
Экваториальная часть неба.



ЗВЕЗДЫ
 1^{ой} 2^{ой} 3^{ей} 3-4^{ой} 4^{ой} 4-5^{ой} величины

Звезды 1-ой величины: Регул в Лье, Поллукс в Близнецах, Прочион в Малом Псе, Сириус в Большом Псе, Бетегейзе и Ригель в Орионе. Альдебаран в Тельце.

Экваториальная часть неба.



ЗВЕЗДЫ
 * 1^{ой} * 2^{ой} * 3^{ей} * 3-4^{ой} * 4^{ой} * 4-5^{ой} *
 ВЕЛИЧИНЫ

Звезды 1-ой величины: Фомальгаут в Южной Рыбе, Атаир в Орле, Вега в Лире, Антарес в Скорпионе, Арктур в Волопасе, Спика в Деве.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловие к русскому изданию	5

Глава первая. Небо.

1. Обзор звездного мира	7
2. Величина солнечной системы	9
3. Вид неба с Земли	11

Глава вторая. Солнце.

1. Обзор солнечной системы	12
2. Солнце, как небесное тело	14
3. Солнечные пятна	16
4. Солнечные факелы	18
5. Протуберанцы, хромосфера и корона	20
6. Состав и плотность Солнца	22
7. Сохранение солнечного тепла	23

Глава третья. Луна.

1. Величина и движение Луны	26
2. Изменение фаз Луны	27
3. Устройство поверхности Луны	29
4. Условия жизни на Луне	32
5. Приливы и отливы	33
6. Лунные затмения	35
7. Солнечные затмения	36
8. Вид полного солнечного затмения	38
9. Затмения в древности и их предсказание	40

Глава четвертая. Планеты.

	Стр.
1. Взаимные положения планет	43
2. Расстояния до планет и законы движения их	45
3. Меркурий	47
4. Прохождения Меркурия	49
5. Венера	51
6. Вращение Венеры вокруг ее оси	53
7. Прохождения Венеры	54
8. Марс	55
9. Устройство поверхности Марса и его вращение	56
10. Каналы Марса	58
11. Вероятная природа каналов Марса	60
12. Атмосфера Марса	62
13. Спутники Марса	64
14. Малые планеты	65
15. Орбиты малых планет	67
16. Осбенно нтересные из малых планет	69
17. Юпитер	70
18. Физическое состояние Юпитера	72
19. Спутники Юпитера	74
20. Прохождения и затмения спутников Юпитера	76
21. Сатурн	77
22. Изменчивый вид колец Сатурна	79
23. Физическое строение колец Сатурна	81
24. Спутники Сатурна	82
25. Уран	84
26. Спутники Урана	85
27. Нептун	87
28. История открытия Нептуна	88

Глава пятая. Кометы.

1. Вид комет	90
2. Движение комет вокруаг Солнца	91
3. Комета Галлея	93
4. Комета Энке и комета Биела	95
5. Семьи комет	96
6. Яркие кометы последних десятилетий	99
7. Физическое строение комет	102

Глава шестая. Метеоры.

1. Происхождение и состав метеоров	104
2. Периодические потоки падающих звезд	106
3. Связь между кометами и метеорами	107

Глава седьмая. Звезды.

	Стр.
1. Что такое звезды?	109
2. Величина и цвет звезд	110
3. Число звезд	112
4. Созвездия и их положения на небе	114
5. Осенние созвездия	116
6. Зимние созвездия	117
7. Весенние созвездия	119
8. Летние созвездия	120
9. Расстояния до звезд	122
10. Движение звезд в пространстве	123
11. Закономерность в движении звезд	125
12. Движение солнечной системы в пространстве	127
13. Двойные звезды	128
14. Движение в двойных звездах	129
15. Физическое строение звезд	131
16. Плотность и температура звезд	133
17. Великаны и карлики среди звезд	134
18. Переменные звезды	137
19. Главнейшие из переменных звезд	138
20. Новые звезды	140
21. Новые звезды последнего времени	141
22. Туманные пятна и звездные скопления	143
23. Газообразные туманности	—
24. Спиральные туманности	147
25. Шарообразные звездные скопления	149
26. Млечный Путь	151

ПРИЛОЖЕНИЯ.

- I. Северное звездное небо. II. Экваториальная часть неба.
 III. Экваториальная часть неба.

ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.

К. Маркс.—Теории прибавочной ценности Том I	1 р. 75 к.
Том II	1 „ 50 „
Том II, часть 2-я	(печ.)
Том III	2 р. — „
Г. Плеханов. Очерки по истории русской общественной мысли XIX века	1 „ 75 „
Н. Вухарин.—Пролетарская революция и культура	— „ 20 „
К. Шелавин.—Очерки истории Русской революц. 1917 г.	— „ 70 „
Слепков.—Классовые противоречия в I государств. думе.	1 „ 20 „
Г. Сафаров.—Долой буржуазное мракобесие	— „ 20 „
К. Тахтарев.—Петербургское рабочее движение 90-х г.	— „ 90 „
С. Понотковский.—9 Января	— „ 35 „
М. Покровский.—Франция до и во время войны	— „ 50 „
М. Покровский.—Борьба классов и русская историческая литература	— „ 90 „
Идам Смит.—Исследование о богатстве народов	1 „ 50 „
Проф. А. Большаков.—Экономика и быт советской деревни 1917—24 г.г.	— „ 80 „
Н. Павлов-Сильванский.—Феодализм в древней России	1 „ — „
А. Тюменев.—Теория исторического материализма	— „ 20 „
А. Тюменев.—Очерки экономической и социальной истории древней Греции	1 „ 30 „
Путь к Коммунистическому Интернационалу (сборн.)	— „ 75 „
С. Ковалев.—Курс всеобщей истории. Том I	1 „ 75 „
С. Ковалев.—То же. Том II	(печ.)
Я. Захер.—История Великой Франц. Революц. (2-е изд.)	— р. 90 „
Я. Захер.—Промышленный переворот в Англии и его последствия для Европы	— „ 55 „
С. Дубровский.—Столыпинская реформа	(печ.)
С. Вознесенский.—Экономическое развитие и классовая борьба в Истории России XIX века	2 р. — „
С. Вознесенский.—Программа чтения по русск. истории	1 „ 50 „
Д. Боголепов.—Деньги в Советской России	— „ 50 „
Драницын.—Конституция СССР и РСФСР	— „ 85 „
М. Ракоши.—Фашизм	(печ.)
Султан-Заде.—Уголь и нефть	„ „
П. Лященко.—История экономических учений	„ „
Д. Рикардо.—Принципы политической экономии	„ „
М. Левинов.—К истор. интервенции союзников в России	„ „
Вольф и Мебус.—Экономич. геогр. иностр. государств.	1 р. 75 „
Гобсон.—Империализм	(печ.)
Н. Андреев.—Рим	„ „
П. Лященко.—Очерки аграрн. эвол. в России. 3-е изд.	2 р. — „
П. Лященко.—История экономических учений	1 „ 50 „
Д. Рикардо.—Принципы политическ. экономии. Сокращ. перев. под ред. и со вступ. статьей В. Р. Чернышева.	1 „ 20 „

БЕЛЛЕТРИСТИКА:

У. Синклер.—Пьесы. (Печ.)	—	р.	—	к.
У. Синклер.—Гибель мира. Комед. 2000-го года. (Печ.).				
У. Синклер.—Деньги (роман)	—	„	80	„
У. Синклер.—В поисках правды.	—	„	60	„
Андрей Струг.—История одной бомбы.	—	„	90	„
Андрей Струг.—Люди подполья.	—	„	75	„
А. Аросев.—Никита Шорнев	1	„	—	„
Эрнст Пуль.—Гавань (роман)	1	„	20	„
М. Бартель.—Площадь народной мести. (Печ.).	—	„	30	„
Уэллс.—Сон (фантастический роман)	1	„	—	„
М. Козаков.—Попугаево счастье (рассказы)	—	„	50	„
М. Сивачев.—Федор Быльников (роман)	—	„	50	„
Лоэле.—Цюллингера и его выкормки.	—	„	50	„
Б. Никольсен.—Глориана (роман)	—	„	50	„
Саур.—Цена крови (повесть).	—	„	35	„
В. Андреев.—Канун (рассказы).	—	„	50	„
Д. Четвериков.—Сытая земля	—	„	70	„
П. Арский.—Голгофа (трагедия)	—	„	60	„
Витфогель.—Кто самый глупый? (Печат.).	—	„	50	„
В. Князев.—Ржаные апостолы (Клюев и клюевщина).	—	„	85	„
Львов-Рогачевский.—Книга для чтения по новейшей русской литературе.	2	„	—	„

Уптон Синклер

Ю Г И С Е В Е Р

Роман из эпохи гражданской войны в Америке.

Впервые появляется в русском переводе,
разрешенном автором Изд-ству „Прибой“.

Стр. 212. ~~~~~ Цена 1 р.