К. ПОКРОВСКИЙ
СТАРШИЙ АСТРОНОМ ГЛАВНОЙ РОССИЙСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО НЕБУ

Р. С. Ф. С. Р.
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
БЕРЛИН 1923


ЗНАНИЕ СИЛА
Р.С.Ф.С.Р.
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

К. ПОКРОВСКИЙ
СТАРШИЙ АСТРОНОМ ГЛАВНОЙ РОССИЙСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО НЕБУ

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

К АСТРОНОМИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ И МАЛОЙ ТРУБОЙ

С 5 КАРТАМИ ЗВЕЗДНОГО НЕБА, КАРТОЮ ЛУНЫ, 110 РИСУНКАМИ И 2 ХРОМОЛИТОГРАФИЯМИ (ЗАТМЕНИЕ ЛУНЫ И КАРТА МАРСА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ СКИАПАРЕЛЛИ)

ЧЕТВЕРТОЕ ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ ИЗДАНИЕ

Р. С. Ф. С. Р.
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
БЕРЛИН 1923

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechtes vorbehalten

Copyright 1923 by J. I. Grschebin Verlag, Berlin

Напечатано Государственным Издательством по договору с Издательством З. И. Гржебина.

Типография Шпамера в Лейпциге

Предисловие к первому изданию.

При занятиях астрономией огромное значение имеет непосредственное знакомство с небом. Для нас более осязательны, более доступны величественные результаты астрономических исследований, если мы имеем, хотя бы какое-нибудь, представление о предметах этих исследований. В этом отношении интересно даже самое общее обозрение небесной панорамы невооруженным глазом. Нам приятно знать, что вот именно *эта* звездочка тем или другим интересовала астрономов, что вот *этот* отдаленный мир обладает теми или другими особенностями, интересно запомнить и имя, которое дано этому светилу в отличие от других. Общие очертания созвездий, главнейшие их представители, запутанные движения планет, явления падающих звезд, кометы, зодиакальный свет, затмения, отчасти даже переменные звезды — все это представляет богатый запас интересного материала для наблюдений невооруженным глазом и биноклем.

Еще более важны экскурсии по небу с трубой. Для общего знакомства с бесчисленными чудесами неба нет нужды в огромных, могущественных телескопах. Небольшой, сравнительно, обыкновенной любительской трубы совершенно достаточно, чтобы получить высокое эстетическое наслаждение. Пред нами предстанет и Юпитер с бурыми полосами и различными пятнами на диске, и Сатурн с своим загадочным кольцом. Мы увидим их спутников, проследим движения в этих отдаленных мирах. Различим облачное строение солнечной поверхности, темные пятна на ней, светлые факелы. Много интересного представит Луна с длинными горными цепями, кратерами, широкими цирками и отдельными возвышенностями. Мы полюбуемся разноцветными звездами — огромными, но далекими солнцами, весьма часто соединенными в сложные системы по два, по три и т. д. Целые звездные скопления из сотен и тысяч отдельных звезд могут быть доступны нам.

Можно с пользой поработать и для науки. Астрономия не раз пользовалась услугами любителей. Много интересных и важных открытий сделано людьми, не имевшими случая посвятить себя специально научным занятиям.

Соединение приятного с полезным доставит наблюдателю еще больше удовольствия.

Не нужно бояться технической стороны *общих* астрономических наблюдений. Они просты и легко осуществимы. Можно настоятельно рекомендовать всякому эти благородные занятия.

В русском обществе интерес к астрономии, во всяком случае, есть и он растет с каждым годом. Является, таким образом, насущно необходимым издание, которое могло бы служит руководством при наблюдениях. В этом отношении наша астрономическая литература особенно бедна. Мы задумали пополнить ее *главнейшие* пробелы.

Нам пришлось иметь близкие сношения с публикой, мы непосредственно знакомились с ее нуждами и видели те затруднения, которые испытывает начинающий, приступая к наблюдениям. В предлагаемом на суд читателя руководстве мы обращаем поэтому исключительное внимание на практическую сторону дела, поставив себе задачей *указать, что можно наблюдать невооруженным глазом и трубой от 2 до 5 дюймов в диаметре и пояснить, как нужно наблюдать.*

Мы писали сжато, заключая каждое положение в отдельное короткое предложение, чтобы читателю было легче ориентироваться при справках во время самых наблюдений. Теоретических рассуждений не касались совсем и решались только на небольшие оговорки там, где важно было отметить значение какого-либо наблюдения.

Сравнительно больше мы остановились на наблюдениях *переменных* звезд. Эти наблюдения очень важны и интересны, в то же время они совсем несложны и не требуют никаких особенно дорогих инструментов. В этой области для любителя более всего возможны научные работы. В некоторых других случаях мы указали лучшие специальные руководства, которыми мог бы воспользоваться заинтересовавшийся наблюдатель.

В дополнение к нашим очеркам присоединяем карту Луны, четыре карты звездного неба, заключающие в себе все предметы, о которых упомянуто в тексте, и несколько рисунков. Из последних некоторые специально предназначены для того, чтобы приготовить читателя к тем результатам, которые он будет иметь при наблюдении с своими скромными средствами. Это, по нашему мнению, будет нелишнее, так как в популярных астрономических книжках по бо́льшей части печатаются рисунки, сделанные по наблюдениям в огромные телескопы.

В конце книги приложено несколько таблиц и два алфавитных указателя: русский и латинский, необходимых при различного рода справках.

К. Покровский.

Москва. Обсерватория, 3 августа 1894 г.

ГЛАВА I.

Астрономическая труба и общие приемы наблюдений.

Об'ектив и окуляры. — Увеличение и поле зрения. — Яркость изображения. — Компромиссы между величиной и ясностью изображений. — Прямые и обратные изображения, земной окуляр, призма для наблюдения предметов в зените. — Установка окуляра на ясное зрение. — Труба-искатель. — Вертикально-азимутальная и параллактическая монтировки. — Определение меридиана. — Установка экваториала. — Приспособление, которое позволяет трубе с азимутальной монтировкой сообщить движение по суточной параллели. — Испытание трубы. — Чистка об'ектива, окуляров, разделенных кругов и различных металлических частей трубы. — Помещение для трубы. — Предметы для наблюдений в различные трубы. — Шкала для оценки атмосферных условий. — Некоторые предосторожности при наблюдениях. — Первые наблюдения трубой.

Об'ектив и окуляры. В астрономической трубе две главные, существенно важные части: об'ектив и окуляр. С помощью об'ектива мы получаем изображение отдаленного предмета в непосредственно близком от нас расстоянии, с помощью окуляра мы рассматриваем это изображение в увеличенном виде. Есть два рода труб — так-называемые *рефракторы* и *рефлекторы*.

В рефракторах лучи от наблюдаемого предмета получаются стеклянной линзой, сквозь которую они *проходят*, преломляясь.

В рефлекторах об'ективом служит вогнутое зеркало. Изображение предмета получается здесь через *отражение* лучей от этого зеркала.

В настоящее время наиболее распространены первого рода трубы — рефракторы. Их мы и будем иметь в виду главным образом.

Самая ценная часть трубы — об'ектив.

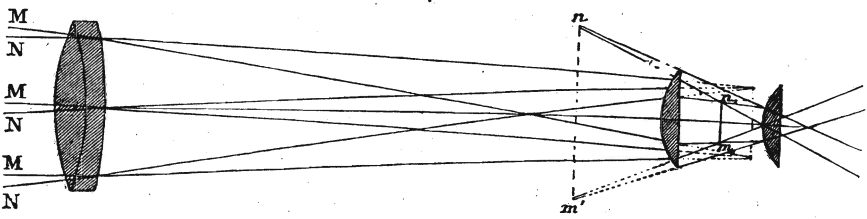
Достоинство трубы обусловливается достоинством об'ектива. Размеры ее определяются также размерами об'ектива. Обыкновенно и говорят: «двухдюймовая, четырех- или шестидюймовая труба», если об'ектив ее имеет в диаметре 2, 4 или 6 дюймов.

Сообразно с этими числами мы представляем и длину трубы: двухдюймовая 2—3 фута, четырехдюймовая приблизительно 5 футов, шестидюймовая футов 6 и т. д.

Прежние трубы обыкновенно длиннее новых. Так-называемые *кометоискатели* отличаются своей малой длиной — это трубы *короткофокусные*.

Когда белый свет проходит через стеклянную призму, он преломляется и разделяется на составные *радужные* цвета. Явление это известно всякому. Оно аналогично и для линз.

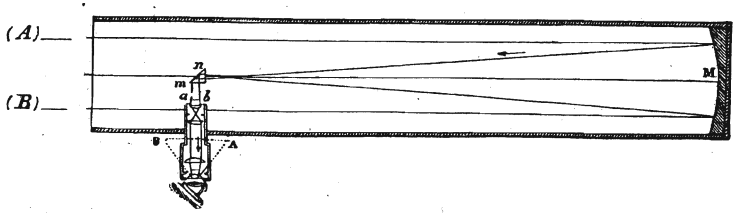
Поэтому об'ектив никогда не может состоять из одной линзы. Чтобы избежать окраски и сделать изображения резкими, нужна еще, по крайней мере, одна линза, которая бы исправляла недостатки первой. Обыкновенно



Черт. 1. Ход лучей в рефракторе при отрицательном окуляре.

об'ективы состоят из двух линз флинтгласовой и кронгласовой, шлифованных и сложенных по особому расчету.

Вполне, впрочем, избавиться от окраски трудно. И в лучшие трубы мы видим обыкновенно яркие предметы (например, Луну) окруженными голубым ореолом (т. н. *вторичный* спектр).



Черт. 2. Рефлектор системы Ньютона.

Голубые лучи оставляют нарочно, стараясь избавиться от более вредных — красных и желтых.

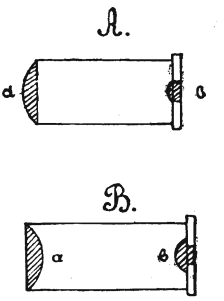
В начале текущего столетия появились двойные и тройные апохроматы, впервые изготовленные фирмой Цейсса в г. Иене из т. н. иенского стекла (завода Шотта). Эти апохроматы дают совершенно чистые изображения без заметной окраски и поэтому позволяют видеть гораздо больше подробностей, чем другие об'ективы. Тройные апохроматы, состоящие из трех линз, более совершенны и имеют перед двойными (состоящими из двух линз) еще то преимущество, что при одинаковом диаметре фокусное расстояние их меньше, а труба с меньшим фокусным расстоянием более светосильна и обращение с нею удобнее. Но правда, при меньшем фокусном расстоянии увеличения трубы меньше. Тройные апохроматы значительно дороже двойных.

Окуляры обыкновенно также сложны. Большею частью они состоят из двух плосковыпуклых стекол (кронгласовых), поставленных на некотором расстоянии друг от друга. Стекла могут быть обращены выпуклой стороной или оба в одну сторону к об'ективу (черт. 3, А) или в разные стороны, как на чертеже 3-ем, В.

Окуляры первого рода называются *отрицательными.*

В них лучи от об'ектива сходятся *между* линзами; для других же, так-называемых *положительных*, окуляров фокус лежит *перед* линзами.

Отличить положительный окуляр от отрицательного легко. Положительным окуляром мы можем пользоваться, как лупой, подложив предмет под него. При отрицательном окуляре в этом случае мы ничего не увидим.



Черт. 3.

Особенно хорошие изображения получаются с т. н. *ортоскопическими* окулярами.

Увеличения и поле зрения. Обыкновенно окуляров при каждой трубе бывает несколько с различными увеличениями.

Полезно заметить, что мы на глаз, не привинчивая окуляра к трубе, можем отличить большое увеличение от малого. *Бо́льшие по размерам окуляры — слабее, меньшие дают бо́льшее увеличение.*

Но чем больше увеличение, тем меньше *поле зрения*, т. е. в трубе помещается меньшая часть рассматриваемого предмета, напр., Луны, Солнца, виден меньший клочок неба.

Если рассматривать, например, звездную кучу, то интересно иметь ее в трубе всю, с различными боковыми придатками и разветвлениями, и мы привинтим слабый окуляр. Когда нам интересны мелкие подробности на Луне или Юпитере, мы привинтим окуляр с большим увеличением, насколько возможно при данных атмосферных условиях.

Легко определить то увеличение трубы, которое она имеет при данном окуляре.

Наводим трубу на отдаленный предмет и устанавливаем окуляр по глазу, потом направим трубу на светлое небо и поднесем к окуляру клочок прозрачной бумаги (хотя бы просто клочок писчей бумаги, смоченной маслом). Мы увидим на этой бумаге светлый кружочек — изображение освещенного об'ектива, образованное окуляром.

Придвинем бумажку так, чтобы кружочек был резко очерчен, и измерим его диаметр. Отношение диаметра об'ектива к диаметру кружка дает увеличение трубы. Если, например, диаметр об'ектива 80^{mm}, а диаметр светлого кружочка равняется $0{,}8^{mm}$, то увеличение $= 100$.

Это увеличение, конечно, угловое (линейное).

Увеличение трубы обусловливается, таким образом, об'ективом и окуляром, привинченным к ней в данный момент.

Привинчивая один и тот же окуляр к различным трубам, мы получим различные увеличения.

Для того, чтобы определить поле зрения трубы при данном окуляре,

выберем звезду, близкую к экватору, и оставивши трубу *неподвижной* посмотрим, во сколько секунд звезда пробежит в силу суточного движения через все поле по *диаметру*. Это число, умноженное на 15, даст диаметр поля зрения в секундах дуги.

Если поле зрения нужно знать только грубо, то можно прикинуть по Луне, помня, что ее диаметр приблизительно $= 30'$, так что если в поле помещается $^1/_2$ диска, то оно равно 15 или 16 минутам дуги.

Яркость изображения. С какой бы трубой мы ни наблюдали, какое бы ни употребляли увеличение, мы всегда видим звезду точкой. Размеры звезд для нас совершенно исчезают. Труба увеличивает только их яркость, собирая на об'ектив бо́льшее количество лучей, чем попадает их в наш глаз при непосредственном наблюдении. Но в этом отношении не все увеличения выгодны. Если поперечное сечение пучка лучей, выходящих из окуляра, больше нашего зрачка, тогда часть их не войдет в глаз и пропадает для нас напрасно.

Наименьшее увеличение, при котором все лучи попадут в глаз, есть 2 на каждые 10 миллиметров отверстия об'ектива. При об'ективе диаметром в 60 mm предельное увеличение, таким образом, равняется 12.

Совершенно иное мы будем иметь при наблюдении планет и других предметов, имеющих диск. До указанного только-что предельного увеличения (2 на 10 миллиметров отверстия об'ектива) яркость такого предмета почти постоянна, но потом она постепенно будет падать. Чем больше мы возьмем увеличение, тем слабее получим изображение предмета.

Это понятно, потому что то же количество света распространяется на большую площадь. Пока мы не перешли предельного увеличения, уменьшение яркости компенсируется вновь прибывающими лучами, которые при малом увеличении не попадали в зрачок. После же предельного увеличения количество света остается постоянным, и увеличивается только площадь изображения.

Вследствие этого и фон неба в трубе темнее, чем для невооруженного глаза. С большим увеличением мы можем в трубу видеть звезды и днем, так как их яркость с увеличением не ослабляется, а фон неба темнеет.

Когда приходится следить за слабенькой звездочкой вблизи Луны или другого светлого предмета, то также придется привинтить большое увеличение.

Компромиссы между величиной и ясностью изображений. Но не надо злоупотреблять большими увеличениями.

Мы особенно обращаем внимание читателей на то обстоятельство, что большие увеличения при астрономических наблюдениях не всегда выгодны. Чем больше увеличение, тем сильнее скажется неспокойное состояние атмосферы. В бо́льшей степени обнаружатся и несовершенства трубы. Изображения получаются *размытые и неясные*. Ослабление яркости изображения также во многих случаях неудобно.

В некоторых случаях сравнительно небольшое увеличение позволяет нам заметить массу подробностей, которые ускользают при большом.

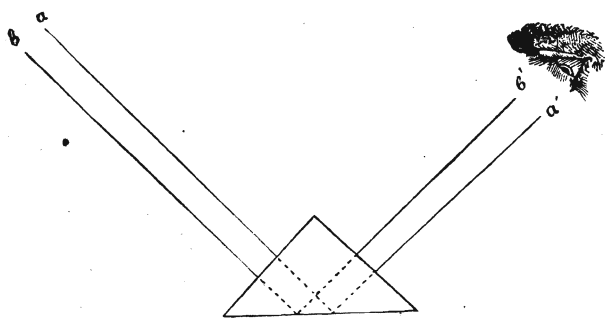
Предельные увеличения, которые по расчету может выдержать труба,

обыкновенно у нас в северных широтах и совсем непригодны, особенно в больших городах, над которыми воздух мало прозрачен.

На старом 10-ти-дюймовом рефракторе обсерватории московского университета, например, можно было получить увеличение более чем в 1000 раз, но обыкновенно работали с увеличением в 240, редко с 400 и почти никогда не употреблялось более 540.

Приблизительно нужно принять, что то увеличение, которое может выдержать труба, в *два* раза больше числа миллиметров в диаметре ее об'ектива, т. е. при трубе в 60^{mm} возможно увеличение в 120, при трубе в 80^{mm} 160 и т. д. Но особенно *хорошие* об'ективы, особенно так называемые двойные и тройные апохроматы, допускают при благоприятных атмосферных условиях и бо́льшие увеличения.

Большие и малые трубы. Приблизительно такое же соотношение, как между большими и малыми увеличениями при одной трубе, имеет место для больших и малых инструментов. Хотя разделяющая сила большой трубы больше, но не всегда наблюдения с нею выгодно. Чем больше труба, тем труднее наблюдать с нею. Большое значение имеет опытность наблюдателя, еще более состояние атмосферы. При плохих атмосферных условиях и гигантская труба окажется бессильной.



Черт. 4.

Наоборот в малой трубе изображения часто оказываются спокойнее и яснее, чем в большой, и в зависимости от этого с помощью малой сравнительно трубы, иногда можно заметить такие подробности на диске планеты, которые остаются недоступными для наблюдения с большей трубой.

Прямые и обратные изображения, земной окуляр; призма для наблюдений предметов в зените. Астрономическая труба дает обратные изображения, т. е. мы видим предметы перевернутыми — низ вверху, правый край переходит налево.

Можно получить и прямые изображения, но для этого придется в окуляре добавить лишние стекла, а это невыгодно, так как вследствие поглощения стеклами часть света теряется. Поэтому окуляры, которые дают прямые изображения, употребляются обыкновенно только при рассматривании земных предметов. Видеть земные предметы перевернутыми нам, конечно, странно, но при наблюдении светил небесных такого неудобства не ощущается.

Земные окуляры по внешнему виду отличаются своей длиной, превосходящей в *несколько* раз длину небесных окуляров.

Для того, чтобы наблюдать близкие к зениту предметы при более удобном положении головы и туловища, иногда вставляют перед окуляром прямоугольную *призму*, которая изменяет направление лучей на перпендикулярное прежнему, как показано на черт. 4-м.

Из нашего чертежа видно, что призма переворачивает изображения в плоскости, перпендикулярной к ее ребрам. Если эта плоскость вертикальна, тогда мы увидим нижнюю точку *b* вверху, а верхнюю *a* — внизу.

При другом положении данного сечения призмы точка *b* будет для нас слева или справа. Нужно быть очень осторожным всякий раз, когда мы хотим составить себе представление о том, в каком виде является перед нами предмет. Не надо упускать из виду и влияние окуляра.

Ниже мы говорим, что при наблюдении солнца особенно удобно проектировать его на экран. Изображения в этом случае получаются зеркальные, т. е. то, что для простого глаза наверху, на экране тоже наверху, низ — внизу, но правая часть перейдет налево, левая — направо. Мы указываем на это, между прочим, и здесь, чтобы сопоставить вместе все виды изображения, которые получаются при различных, наиболее употребительных приспособлениях.

Чертежи 5, 6, и 7 представят нам наглядно все разобранные нами случаи.

Установка окуляра на ясное зрение. Перед каждым наблюдением надо *поставить* окуляр так, чтобы изображение предмета было резко. Для этого окулярная часть трубы выдвигается и вдвигается при помощи несложного, обыкновенно, приспособления.

Для различных глаз установки различны.

Близорукому придется вдвинуть окуляр, дальнозоркому несколько выдвинуть. Но все эти перемещения, предупреждаем, незначительны. Наоборот, при смене окуляров приходится передвигать окулярную часть трубы больше.

Иногда для двух глаз одного и того же человека установки на ясное зрение различны.

Когда мы смотрим на звезду, мы должны добиться, чтобы она представлялась нам в виде резкой точки. Если она является размытым кружком, переливающимся различными цветами, то установка не годится. Двигаем окуляр так, чтобы кружок этот делался все *меньше* и резче.

При наблюдениях солнца устанавливаем сначала по краю, добиваясь того, чтобы он был резок, но потом, когда мы найдем интересующую нас часть солнечного диска, мы подправим установку непосредственно при рассматривании ее деталей. Заметим, впрочем, что, как бы точно мы ни установили окуляр, нам всегда придется несколько раз поправлять установку, так как вследствие страшного жара все части трубы расширяются.

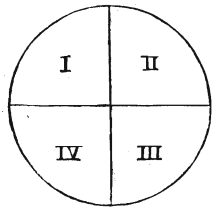
В переносных трубах — особенно, если они складываются в ящики — полезно, *раз навсегда*, сделать пометку, насколько приблизительно надо выдвинуть окулярную часть, чтобы стало видно изображение наблюдаемого предмета.

Иначе возможны неприятные курьезы.

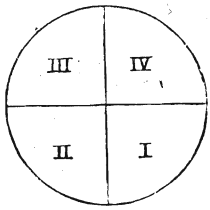
Наводит часто неопытный наблюдатель свою трубу на какую-нибудь планету и никак не может увидать ее. Бьется-бьется он — и все без успеха. Он думает, что ему не удается верно поставить трубу на наблюдаемый предмет, особенно, если нет трубы-искателя, а увеличение болъшее, и употребляет все больше и больше старания, чтобы повернее прицелиться. А на самом деле он несколько раз уже попадал на планету, только ее изображение очень размыто и незаметно, благодаря тому, что окуляр далеко сдвинут от надлежащей установки. Стоило только выдвинуть окулярную часть, и он увидел бы светлое пятнышко — размытое изображение искомой планеты.

При наблюдении звезд такие неприятности, конечно, реже, потому что они относительно ярче, и их изображение, хотя и неясное, остается при бо́льшем смещении окуляра от точной установки.

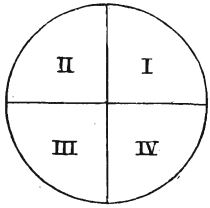
Можно вообще посоветовать начинать с малых увеличений и только после того, как наблюдатель приобретет некоторый навык в обращении с трубой и способах наблюдений, переходить к более сильным увеличениям.



Черт. 5. Солнце для невооруженного глаза и в земной окуляр.



Черт. 6. Солнце в небесный окуляр.



Черт. 7. Вид солнца в том случае, если перед небесным окуляром помещена призма и плоскость сечения, перпендикулярного ее ребрам, вертикальна. Такой же вид солнце будет иметь на экране.

Иногда перед окуляром вставляется полая трубка, которая может также свободно выниматься. Она служит для удлинения трубы, являясь, например, необходимой при окулярах, привинчиваемых прямо к трубе, и лишней, если перед окуляром вставляется призма. Нужно вперед выяснить назначение такой трубки. Вообще полезно, приступая к инструменту, осмотреть его во всех частях и испробовать различными способами до начала наблюдений.

Труба-искатель. Большие трубы, начиная с 4 или $3^1/_2$ дюйма в диаметре, имеют обыкновенно сбоку еще небольшую трубочку — *искатель*, которая параллельна главной трубе (рис. 8, 9 и 10). В искателе малое увеличение, но большое поле зрения. С такой трубой найти предмет легче. Раз он попал в поле зрения, приводим его в середину, тогда он будет и в большой трубе. Центр поля в искателе отмечен обыкновенно точкой пересечения двух паутинных нитей, небольшим колечком или квадратиком.

Чтобы поверить, параллелен ли искатель главной трубе, мы привинтим большее увеличение и направим трубу на отдаленный земной предмет,

так, чтобы он был в середине поля зрения. Если он не попадет также в центр искателя, то трубы не параллельны, и мы при помощи винтов, прикрепляющих искатель, изменяем положение его, стараясь привести наблюдаемый предмет в центр.

В случае нужды можно подложить, конечно, кусочек бумаги.

После, вечером, можно еще точнее подправить установку искателя по звезде. Направим трубу опять с большим увеличением на какую-нибудь

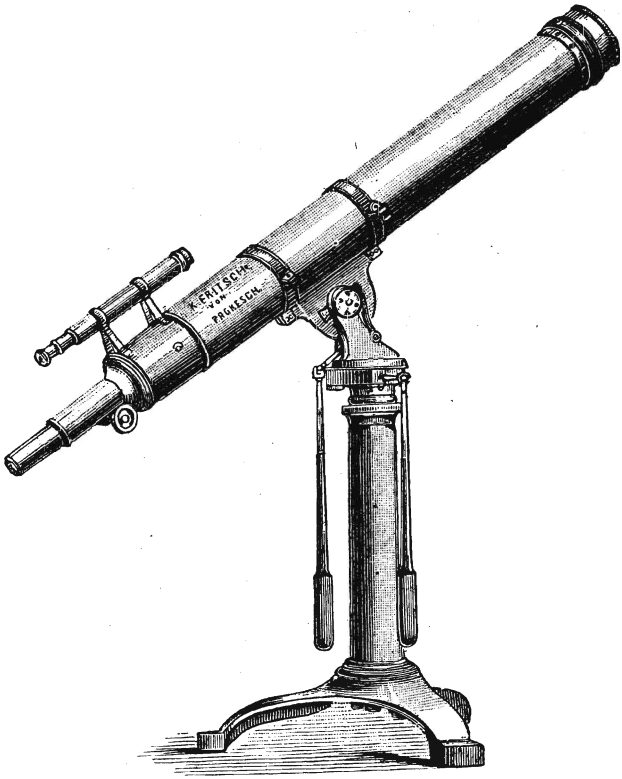


Рис. 8. Вертикально-горизонтальная монтировка с ключами для микрометрических передвижений трубы по высоте и азимуту.

звезду и посмотрим, приходится ли она в то же время в центре искателя. Если нет, то подправляем винты. Нужно только быстро перейти от главной трубы к искателю, иначе звезда сместится в силу суточного движения.

Лучше выбирать звезду ближе к полюсу, потому что такая звезда движется медленнее.

Вертикально-горизонтальная и параллактическая монтировки. Установка трубы. Переносные трубы обыкновенно устанавливаются на треножном штативе и имеют два движения: 1. около вертикальной оси и 2. около горизонтальной, т. е. справа налево, сверху вниз и обратно (рис. 8).

Такая монтировка проста, но не совсем удобна. В своем суточном движении звезда поднимается наклонно к горизонту и, чтобы следить за ней некоторое время, трубе приходится сообщать оба движения сразу, а сделать это плавно, без скачков — трудно, особенно если нет ключей и трубу приходится вести просто рукой.

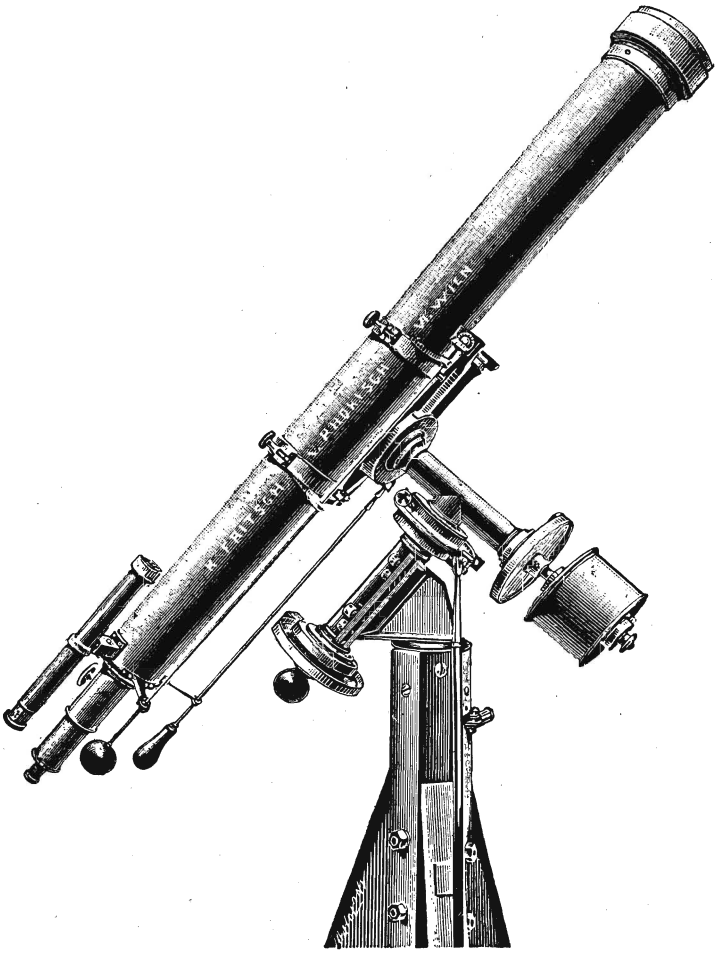


Рис. 9. Параллактическая монтировка.

Гораздо приятнее *параллактическая* установка. Тут также две оси. Одна из этих осей — *часовая* ось — параллельна земной оси вращения, другая — ось *склонения* — ей перпендикулярна (см. рис. 9 и 10).

Раз мы уставили трубу на звезду, мы закрепляем ее так, чтобы она не двигалась около оси склонения. Тогда, поворачивая трубу около одной первой оси, мы можем держать звезду в поле все время. Труба пойдет по суточной параллели звезды.

Часто на обеих осях бывают надеты разделенные круги, которые позволяют повернуть трубу на определенное число градусов.

Для более точного отсчета к кругу обыкновенно присоединяется нониус, или верньер — так называется небольшая линейка, концентричная с кругом и разделенная на промежутки, немного меньшие промежутков между штрихами на круге. Отсчетом круга для данного положения трубы будет называться число градусов и минут, которое соответствует нулю нониуса.

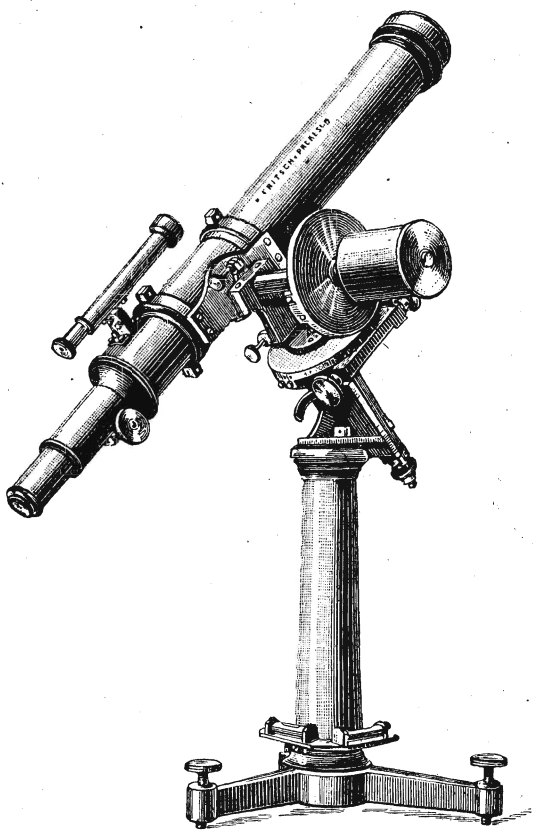


Рис. 10. Переносная труба с параллактической монтировкой.

Положим, круг разделен так, что промежутки между мелкими штрихами равны $10'$, тогда для того случая, который имеем на чертеже 11-м, отсчет круга будет $297°20' +$ число минут, заключающихся в отрезке ab.

Пусть 10 делений нониуса $= 9$ делениям круга, так что 1 деление нониуса меньше деления круга на $^1/_{10}$ последнего, т. е. на 1 минуту.

Таким образом, если нулевой штрих нониуса отстоит от предыдущего штриха круга на расстоянии ab, то следующий штрих нониуса отстоит от предшествующего ему штриха круга на $ab - 1'$, второй штрих нониуса отстоит от предшествующего ему штриха круга на $ab - 2'$ и т. д.

Расстояние между штрихом нониуса и предшествующим ему штрихом круга будет все убывать, пока не сделается равным нулю. Тот штрих нониуса, который совпадает со штрихом круга, и укажет нам число минут, заключающихся в отрезке ab. В нашем случае это четвертый штрих, и так как деление нониуса на $1'$ меньше деления круга, то $ab = 4'$, и отсчет круга будет $297°24'$.

С помощью разделенных кругов можно найти и такой предмет на небе, который не виден для невооруженного глаза, не виден даже в искатель. Нужно знать только склонение звезды, ее прямое восхождение[1]) и заметить время наблюдения.

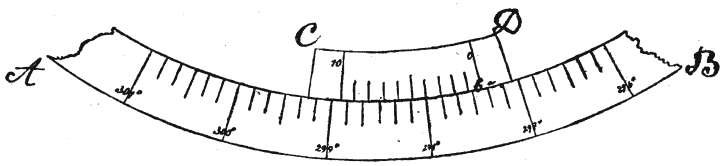
[1]) О прямом восхождении, склонении, часовом угле, звездном времени в средний полдень и других терминах см. ниже в главе: «*Звездное небо*».

Мы будем действовать таким образом:

Сначала поставим трубу на соответственный отсчет круга склонений. Из таблицы, приложенной в конце книги, возьмем звездное время в полдень того дня, когда производятся наблюдения. Прибавим это число к моменту, замеченному нами на наших карманных часах, получим приближенное звездное время в момент наблюдения. Вычитая отсюда прямое восхождение того предмета, который хотим наблюдать, получим его часовой угол.

Повернем на этот угол трубу. Если искомый предмет не будет еще в трубе, то он во всяком случае окажется недалеко. Передвигая трубу слева направо или обратно, мы скоро найдем его.

Следует опасаться, чтобы второпях не повернуть трубы на известный угол к западу от меридиана, тогда как нужно повернуть к востоку, или наоборот.



Черт. 11.

Вместо отрицательного склонения случается поставить положительное. Предупреждаем читателей против подобных ошибок.

Очень часто деления на круге склонений идут от 0 в ту и другую сторону, возрастая. Тогда, конечно, те деления, которые подходят под индекс круга, когда мы поднимаем об'ектив (начиная с 0), дают северные склонения и отмечаются знаком +; наоборот, те деления, которые проходят под индексом, когда мы опускаем (от 0) об'ектив, служат для установки отрицательных (южных) склонений и отмечаются знаком —. Иногда на круге деления идут непрерывно в одну сторону. Если в этом случае возрастающие от нуля деления дают положительные склонения при положении трубы на западной стороне штатива, то отрицательные склонения при таком же положении трубы получатся, как дополнения до 360°; наоборот, при восточном положении трубы северные склонения являются дополнениями до 180°, а отрицательные все будут увеличены на 180°. Так, например, если при установке на звезду Кастора, склонение которой равняется + 32°7′, мы будем иметь отсчет на круге 32°7, то при установке на Ригеля, склонение которого равняется — 8°19′, мы отсчитаем на круге 351°41′. При другом же положении трубы для Кастора будет отсчет 147°53′, а для Ригеля 188°19′.

Такие числа мы получим только в том случае, если индекс на круге склонения в то время, когда труба параллельна экватору, показывает ровно 0, но часто круг оказывается надетым на ось не совсем точно. Чтобы поверить это, наведем трубу на какой-нибудь земной предмет или, еще лучше, на Полярную звезду. Отсчитаем показание круга. Потом трубу

переведем на другую сторону штатива, опять наведем на ту же звезду и опять отсчитаем показание круга склонений. Разность склонений, полученных нами в этих двух случаях, равна *двойной* ошибке индекса.

Если она обнаружится, то открепим гайку, прижимающую круг, и повернем последний в соответственную сторону на то число градусов и минут, которое мы получили, деля разность отсчетов на два.

Небольшую ошибку индекса (в несколько минут) можно исправить, перемещая только нониус. Обыкновенно нониус держится двумя винтами, при этом один из них придется несколько вывинтить, а другой ввинтить. Эту операцию удобно соединить с установкой часовой оси инструмента в меридиане (см. стр. 20).

Точно так же часовой круг должен показывать 0, когда труба в меридиане.

Рассчитаем, когда должна кульминировать какая-нибудь звезда и будем держать ее в этот момент в середине поля зрения при большом увеличении. Если индекс часового круга не стоит при этом на нуле, то, отпустивши гайку, устанавливаем круг, как нужно. Деления на кругах имеют, конечно, различные значения для различных инструментов, главным образом, в зависимости от их размеров, и каждый наблюдатель должен сам выяснить аккуратно *до* наблюдений, что дают его круги и что дают нониусы, чтобы не путаться в отсчетах после, когда время должно идти на самые наблюдения.

Труба с параллактической установкой называется *экваториалом.*

Определение меридиана. Установка экваториала. Установка трубы с параллактической монтировкой производится таким образом. Сначала при помощи специального ключа дадим полярной оси наклонение к горизонту, равное широте места[1]), потом расположим инструмент так, чтобы эта ось приходилась в меридиане и была бы обращена своим верхним концом к полюсу. Штатив при этом должен быть по возможности вертикален. Последнего мы достигнем с помощью отвеса или уровня, если к ноге инструмента, как часто бывает, приделаны две площадки под углом, на которые и ставим уровень. (Рис. 10.)

Впрочем, не мешает предварительно поверить и самый уровень. Для этого, действуя винтами *штатива трубы* приводим пузырек уровня как раз на середину трубки, потом снимаем с площадки уровень и, перевернувши так, чтобы прежний правый конец пришелся налево, а прежний левый направо, ставим опять на площадку. Если после этого пузырек переместится, то возвращаем его опять на середину, при чем на половину того числа деления, на которое переместился уровень, передвигаем его винтами штатива трубы, и на половину винтами, которые перемещают трубку уровня *в его оправе.* Эту операцию повторяют несколько раз, пока уровень при перекладке не будет перемещаться на 1—2 деления, не более.

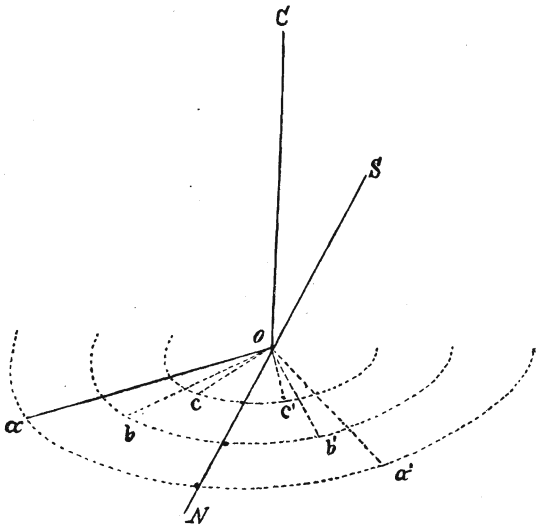
Направление меридиана можно определить по гномону.

[1]) В больших штативах, которые отливаются по заказу для какого-нибудь определенного места наблюдения, наклон полярной оси не изменяется.

Начертим на горизонтальном листе белой бумаги ряд концентрических окружностей и укрепим в центре с помощью отвеса вертикально палочку — чем выше, тем лучше. В солнечный день эта палочка отбросит от себя тень. Отметим точки a и a'; b и b'; c и c' и т. д., в которых тень прикасается к окружностям *до* и *после* полудня (черт. 12). Разделим дугу aa' пополам и соединим полученную точку с центром. Мы будем иметь направление полуденной линии. Для точности мы взяли еще дуги bb', cc', и т. д. Проведем от центра между точками, представляющими половины этих дуг, *среднее* направление NS. Эту линию продолжим и пожалуй заметим какой-нибудь предмет, к которому она направляется.

Еще лучше определять направление меридиана по Полярной звезде, если рассчитать момент ее кульминации.

Когда звезда в меридиане, мы направляем на нее трубу так, чтобы звезда была в середине поля зрения, и закрепляем. Потом к оправе об'ектива прикрепляем воском (или просто приставляем) нитку с грузом, направление которой проходило бы через центр об'ектива. Другой отвес прикрепляем таким же образом к окуляру. Тогда линия, соединяющая следы грузов на полу, определит нам направление полуденной линии.



Черт. 12.

Для того, чтобы получить моменты кульминации точно, мы должны иметь под рукой астрономический календарь на соответственный год. Но во многих случаях мы можем в продолжение нескольких лет пользоваться следующими таблицами.

Верхняя кульминация Полярной:

1	августа	в	4	час.	52	мин.	ночи
11	»	»	4	»	13	»	»
21	»	»	3	»	34	»	»
1	сентября	»	2	»	51	»	»
11	»	»	12	»	12	»	»
21	»	»	1	»	33	»	»
1	октября	»	12	»	53	»	»
11	»	»	12	»	41	»	»
21	»	»	11	»	35	»	»
1	ноября	»	10	»	51	»	»
11	»	»	10	»	12	»	»
21	»	»	9	»	33	»	»
1	декабря	»	8	»	53	»	»
11	»	»	8	»	14	»	»

21	декабря	в	7	час.	35	мин.	ночи
1	января	»	6	»	50	»	»
11	»	»	6	»	11	»	»
21	»	»	5	»	31	»	вечера

Далее Полярная в моменты верхней кульминации не видна, так как эти моменты приходятся в дневные часы, но можно воспользоваться нижними кульминациями, которые происходят ночью.

Нижняя кульминация Полярной:

1	февраля	в	4	час.	46	мин.	ночи
11	»	»	4	»	7	»	»
21	»	»	3	»	27	»	»
1	марта	»	2	»	56	»	»
11	»	»	2	»	17	»	»
21	»	»	1	»	38	»	»
1	апреля	»	12	»	52	»	»
11	»	»	12	»	13	»	»
21	»	»	11	»	34	»	»
1	мая	»	10	»	56	»	»
11	»	»	10	»	17	»	»
21	»	»	9	»	37	»	вечера

Для проверки установки можно воспользоваться также звездами α Virginis (Спика) и ζ Ursae Majoris (Мицар), которые проходят через меридиан почти одновременно с Полярной.

Если труба может оставаться на одном и том же месте сравнительно долго, то есть резон установить ее по точнее.

Вот рецепт всех главнейших манипуляций для установки экваториала в самом *общем* случае:

Прежде всего располагаем часовую ось приблизительно, как только-что было указано, в меридиане, верхним концом к полюсу. Потом поверяем индекс круга склонений, для чего делаем две установки трубы на какую-нибудь звезду: минуты за 2—3 до кульминации при положении трубы к западу от штатива и минуты через 2—3 после кульминации, переведя трубу на восток. Если в первом случае отсчет круга был d_w, а при втором для склонения звезды по нашему вычислению оказалось число d_0, то ошибка индекса, как мы сказали

$$= \Delta i = \frac{d_w - d_0}{2} .$$

На это число придется переставить круг в ту сторону, чтобы d_w и d_0 стремились к равенству.

Наоборот, полусумма $\frac{d_w + d_0}{2}$ должна бы равняться склонению звезды, если бы часовая ось инструмента имела наклон, равный широте места. Если это число окажется больше склонения звезды, то это значит, что северный конец оси слишком приподнят; чтобы направить его в полюс мира, нам нужно нагнуть ось (оставляя, конечно, штатив вертикальным) на столько градусов и минут, как велика разность

$$\frac{d_w + d_0}{2} - \delta$$

где δ — склонение звезды по астрономическому календарю.

Взяв другую звезду в меридиане, мы, таким же образом, еще раз проверим, насколько точно исправлена ошибка индекса и наклонность часовой оси. А потом подыщем звезду близ первого вертикала[1]) на востоке или западе, только не особенно низко. Если для восточной звезды отсчет круга окажется больше, чем ее склонение, то это значит, что верхний конец часовой оси лежит к востоку от меридиана, если меньше — то к западу, и нам придется повернуть ось в определенную сторону настолько, чтобы отсчет круга при наведении трубы на звезду был точно равен ее склонению.

При западной звезде, наоборот, верхний конец часовой оси будет к востоку от меридиана в том случае, если отсчет круга окажется меньше склонения звезды, и к западу, если он будет больше.

Большие перемещения оси инструмента делаются от руки, так что поворачивается весь штатив, на котором укреплена труба; для мелких передвижений обыкновенно внизу есть особые винты.

С одного раза трудно дать инструменту точное положение. Всегда выгодно после установки по азимуту еще раз поставить трубу на звезду в меридиане, посмотреть, насколько ее склонение, отсчитываемое на круге, отличается от истинного, и соответственным образом исправить наклонность часовой оси. Потом еще раз надо вернуться к восточной или западной звезде. Поставим вперед трубу на отсчет, соответствующий склонению звезды, и, закрепивши вращение вокруг оси склонения, будем поворачивать трубу около часовой оси, направляя ее на звезду. Если предшествующая установка по азимуту была сделана довольно аккуратно, то звезда попадет в поле зрения, хотя может оказаться и не в центре его. Тогда, действуя только коррекционными винтами, мы легко приведем звезду в центр и можем удовлетвориться установкой.

Во все время при этом достаточно держать на трубе окуляр с малым увеличением.

Параллактическая установка с разделенными кругами весьма удобна для астрономических наблюдений, но она стоит очень дорого.

Лорд Lindsay (в журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Vol. XXXVII) предложил весьма нехитрое приспособление, которое позволит трубе с обыкновенной азимутальной установкой сообщить движение по суточной параллели звезды. Рисунок 13-й об'яснит нам в чем дело.

На столе C стоит труба, под ней по направлению меридиана укреплен железный или деревянный брусок DK с V-образным вырезом G на южном краю. Длина DG должна быть такова, чтобы $\angle BGD$ = широте места наблюдения (т. е. чтобы $DG = DB$ f ctang φ. Сквозь отверстие G пропущена нить или проволока E, которая привязана к трубе у об'ектива.

[1]) Первым вертикалом называется вертикальный круг, перпендикулярный меридиану.

Наведя трубу на звезду, мы зажимаем нить в V-образном отверстии G при помощи винта K.

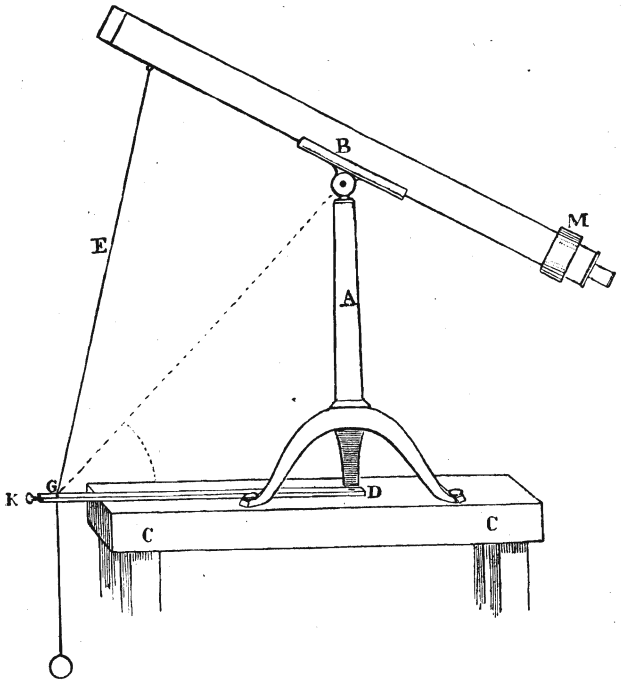
Груз M держит нить всегда в натяжении.

Имея две неподвижные точки G и B, труба может двигаться только около линии GB, т. е. пойдет за звездой, так как GB параллельна оси мира.

Открепив винт K, мы поставим трубу на другую звезду и т. д.

Нелишним считаем заметить, что прочная установка трубы имеет большое значение.

Прекрасная сильная труба на плохом штативе принесет менее пользы,



Черт. 13.

чем небольшая, но прочно установленная, без сотрясений, с плавным движением.

Все перемещения трубы должны быть свободны.

Необходимо, чтобы труба была хорошо уравновешена. Иначе трудно поставить трубу и держать ее на том предмете, который хотим наблюдать.

Испытание трубы. Весьма важен вопрос о пригодности и достоинствах трубы. Лучше всего разрешим мы его по непосредственным наблюдениям звезд, не доверяя ни внешней красоте трубы, ни изящной ее отделке, ни видимой прозрачности ее об'ектива.

В хорошую трубу, когда окуляр поставлен точно по глазу наблюдателя, звезда *3-й, 4-й величины* должна представляться резким, маленьким, как точка, *кружочком*, без хвостов, без тумана вокруг.

Голубой ореол около очень ярких звезд, как упомянуто выше, явление обыкновенное, даже при очень хорошем об'ективе, но центр должен быть резок.

Слабые светлые кольца (дифракционные) вокруг резкого ядра — отличие *прекрасной* трубы (рис. 14).

Чем совершеннее труба, тем *меньше* кажется звезда при равных размерах об'ектива, при равном увеличении и при равенстве блеска.

При малейшем смещении от точной установки окуляра с большим увеличением изображения в хорошей трубе портятся. В посредственной трубе наилучшая установка по глазу обозначается не так резко.

Труба должна давать хорошие изображения во *всем* поле зрения, а не только в середине.

Если сдвинуть окуляр с точной установки и рассматривать расплывчатое изображение звезды, то оно должно быть правильно очерчено и совершенно равномерно освещено, без темных и светлых пятен. Мы должны получить совершенно ясное изображение и в том случае, если половину об'ектива закроем. Только самая слабая окраска может явиться при этом, если труба направлена на отдаленный ярко освещенный предмет.

Хороший об'ектив действует весь целиком, в посредственном часто приходится закрывать края диафрагмой. Удобно склеить из картона крышку на об'ектив с круглым отверстием в дне. Отверстие, конечно, только немного меньше диаметра об'ектива; но часть света при этом во всяком случае теряется.

Особенно вредны на об'ективе *царапины*, как бы они малы ни были. Их нужно остерегаться всего более. Но совершенно не страшны воздушные пузырьки, которые иногда встречаются на об'ективах (чаще на больших). 30-ти дюймовый об'ектив большого пулковского рефрактора имеет почти посередине целую кучку таких пузырьков, но они не оказывают никакого заметного влияния.

Для испытания трубы можно особенно рекомендовать *двойные звезды*.

Чем больше труба, тем более тесные пары вообще она разделяет. Но много значит и достоинство трубы. Иногда мы в небольшую трубу увидим составляющие тесной пары, каждую отдельно, отчетливее и резче, чем в трубу больших размеров.

При современном состоянии техники можно приблизительно принять, что труба с диаметром в 1 дюйм при *хороших* атмосферных условиях разделяет звезды, между которыми расстояния $= 4''{,}6$; труба в два дюйма разделит звезды с расстоянием $2''{,}3$; в три дюйма — $1''{,}5$.

Для пар с расстоянием компонентов в $1''$ потребуется труба около 5-ти дюймов.

При этом предполагается, что составляющие пары обе 6-й величины.

Если звезды ярче, то они разделяются труднее. Еще больше оказывает влияния *разность* в блеске. Во многих случаях бывает трудно разделить пару, несмотря на довольно большое расстояние составляющих, если одна звезда на несколько звездных величин ярче другой, и наоборот, тесные пары разделяются легче, если компоненты одинаково ярки.

Предполагается также, что оптические части трубы в полной исправности, что труба установлена прочно, не трясется, что звезда поднялась не менее как на 40° над горизонтом и что привинчено наиболее сильное увеличение.

Кроме того имеет значение острота зрения и навык наблюдателя.

Таким образом, приведенные числа являются самыми высокими *пределами*, характеризующими разделяющую способность труб.

По одному вечеру наблюдений трудно дать точную оценку трубе. На изображения большое влияние имеет также состояние атмосферы, о котором трудно бывает судить непосредственно.

Часто и в том случае, когда атмосфера кажется нам спокойной и прозрачной, высокие невидимые токи воздуха — теплого или холодного — могут портить изображения.

Ниже (стр. 30), мы даем список тех предметов, которые могут быть наблюдаемы в трубы различной оптической силы, и отмечаем те двойные звезды, которые близки к предельным, характеризующим *разрешающую силу* трубы.

Но по одной *разрешающей* силе мы еще не можем составить себе полного представления о достоинствах трубы. Отчетливо разделяя тесные пары, об'ектив может иметь другие недостатки, например, различные места его, отстоящие от центра на одинаковом расстоянии могут различным образом преломлять свет, стекла, из которых составлен об'ектив, могут иметь некоторую окраску и пр. Вследствие этого могут появиться искажения в изображениях больших поверхностей, неправильная окраска наблюдаемых предметов, недостаточная прозрачность об'ектива или, как говорят, малая *проницающая сила* трубы. Вот почему кроме двойных звезд при испытании трубы полезно посмотреть и другие светила: луну, планеты, туманности, яркую звезду при точной установке по глазу и вне фокуса.

Наблюдения прохождений тени спутника Юпитера по диску планеты также хорошее средство для испытания качеств трубы. В хорошую трубу мы заметим тень на краю диска раньше, чем в посредственную.

Стоит также обратить внимание, как резко очерчен *край* планеты, с какими подробностями является кольцо Сатурна.

Туманности и слабые звезды позволят нам судить о прозрачности об'ектива.

При суждении о проницающей силе инструмента можно руководствоваться следующей табличкой:

В обыкновенный бинокль можно видеть звезды . . .	до	7	величины
В призматический светосильный	»	8	»
В трубу с об'ективом в 1 дюйм	»	9,0	»
» » » » » 2 »	»	10,6	»
» » » » » 3 »	»	11,5	»
» » » » » 4 »	»	12,1	»
» » » » » 5 »	»	12,6	»
» » » » » 6 »	»	13,0	»

Иногда хорошая труба дает плохие изображения вследствие каких-либо *случайностей*, например, если линзы, из которых составлен об'ектив, плохо центрированы или неверно сложены неопытной рукой.

Это надо иметь в виду при испытании старой, долго небывшей в употреблении трубы.

При центрировке линз Wollaston советует поступать следующим образом:

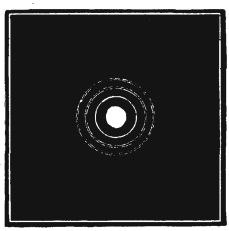
Отвинтим окуляр и поставим сзади трубы свечку так, чтобы пламя как раз приходилось на месте окуляра.

Сами расположимся перед об'ективом и будем рассматривать, передвигая глаз туда и сюда, изображения пламени, которые происходят вследствие отражения от нескольких поверхностей. Если все эти изображения концентричны и на прямой, которая соединяет пламя и середину системы линз, то последние центрированы достаточно хорошо.

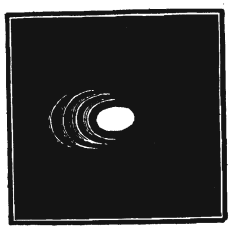
При хорошей центрировке линз сам об'ектив может занимать неточное положение относительно окуляра. Это мы испытаем непосредственно по звездам. Звезда должна быть совершенно круглой и дифракционные ее кольца концентричны, как представлено на рис. 14-м.

Но если, например, внутренняя трубка, к которой привинчивается об'ектив, нагнута в какую-нибудь сторону, то получится что-нибудь в роде того, что имеем на рисунке 15-м.

Особыми винтами, прикрепляющими трубку, мы дадим ей надлежащее положение.



Черт. 14.



Черт. 15.

Чистка об'ектива, окуляров и пр. Выгодно, конечно, держать об'ектив и окуляры по возможности чистыми, но обращаем внимание читателей, *что пыль на об'ективе большой бѣды не причиняет, и нет никакой необходимости прилагать особенное старание к ее удалению.*

Во всяком случае ее нельзя стирать ни рукой, ни замшей. В замше всегда могут оказаться мелкие, но твердые частицы пыли, которые оставят на об'ективе царапины, весьма вредные для чистоты изображения.

Можно смахнуть пыль осторожно *чистой* кисточкой из мягкой верблюжьей шерсти. Эту кисточку только для этого и нужно употреблять, сохраняя ее в хорошо закупоренной бутылке.

Для того же, чтобы очистить *очень грязный* об'ектив, всего лучше поступать так:

Отвинчиваем осторожно об'ектив от трубы и кладем его на стол.

Потом берем *чистого* мелу, в виде мелкого порошка, какой часто употребляется для чистки зубов, и разведем его в винном спирте, чтобы получить полужидкую массу[1]).

Этой массой при помощи кисточки мы покрываем равномерно всю ту

[1]) Если есть подозрение, что порошок не особенно мелок, то надо развести его сначала в воде, дать отстояться, так, чтобы крупные частицы осели на дно, потом слить сверху осторожно раствор, еще раз повторить операцию, после чего вылить в широкий сосуд. Вода испарится и останется нежный порошок.

поверхность об'ектива, которую собираемся чистить, и подождем, когда спирт испарится совершенно.

Сухой мел счищается с об'ектива легко, унося с собой всю грязь.

Мы счищаем мел, конечно, кисточкой.

Потом берем кусок тонкого *чистого* (специально вымытого) батиста (старый платок, кусок рубашки) и без давления на об'ектив протираем его несколько раз, пока не убедимся, что влага, которая появляется на об'ективе, если мы дохнем на него, сходит повсюду равномерно.

Предупреждаем, не надо трогать, ни наклонять, ни поднимать об'ектива в то время, когда он покрыт жидкой массой. Иначе спирт может стечь в одну какую-нибудь сторону, а потом всосаться в пространство между двумя линзами, откуда удалить его труднее.

Тогда придется развинчивать об'ектив и разнимать, а это весьма опасно. — Можно разбить или раздавить об'ектив, рискуем также после не собрать его.

Если же случится уже необходимость почистить и внутренние поверхности линз, тогда советуем держаться такого порядка операций:

Прежде всего сделаем на оправе об'ектива и на том кольце, которым закрепляются линзы, метку.

Потом осторожно вынем и самое кольцо, отвинтив предварительно винты, его придерживающие. Мы позаботимся также о том, чтобы винты не перепутать. Сделанная нами метка поможет нам в этом, хотя, главным образом, она должна служить нам для того, чтобы после вставить кольцо точно на старое место.

Далее, подложив под стекло кусок батисту, слегка надавливаем снизу, стараясь приподнять его.

Действуем особенно осторожно и стараемся, чтобы стекло поднималось по возможности равномерно.

Удобнее оперировать в теплой комнате. На морозе стекла могут оказаться так крепко зажатыми в оправе вследствие ее сокращения, что совсем не поддадутся нашим усилиям.

Перед тем, как вынуть стекла из оправы совсем, остановимся и попросим помощника на ребре линз сделать пометку, которая ясно говорила бы нам, как линзы лежали одна на другой. Просто можем провести по ребрам линз карандашом толстую прямую линию; еще лучше сделать какую-нибудь завитушку. Когда после будем складывать линзы, мы и позаботимся, чтобы части этой линии опять коснулись и дали бы нам непрерывную фигуру.

Эта предосторожность очень важна.

В небольших об'ективах между линзами обыкновенно вкладываются на равных расстояниях друг от друга, т. е. на 120°, и совершенно равной толщины маленькие листочки из станиоля-олова, в которое завертывают шоколад. Так как эти листочки, в свое время, были покрыты клеем, то придется на краю об'ектива их несколько смочить, иначе трудно будет разнять линзы.

Советуем также при разборе линз написать на их ребрах карандашом,

которая из них должна быть обращена к предмету, которая пойдет внутрь трубы.

Нужно стараться также запомнить, какими поверхностями они соприкасаются. Обыкновенно к предмету наблюдения обращена кронгласовая линза — зеленоватая. Она двояко-выпуклая (на рисунке 16 отмечена № 1-м). *Более* выпуклая сторона ее обращена внутрь.

Флинтгласовая линза (№ 2-й) — белая, выпукло-вогнутая. Ее вогнутая поверхность обращена к кронгласу.

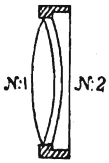
Вогнутость и выпуклость линз весьма незначительны, поэтому и нужно быть очень осторожным.

Когда линзы отделены одна от другой, мы чистим их по указанному выше способу и осторожно протираем батистом.

Остается вновь сложить линзы.

Старые листочки олова, разделявшие линзы, не годятся.

Вырежем поэтому несколько новых прямоугольников (еще лучше треугольников), размерами 0,5 дюйма в длину и 0,2 в ширину, и выберем три из них совершенно одинаковой толщины.



Черт. 16.

Обыкновенные способы измерения толщины в данном случае грубы, но мы воспользуемся самими стеклами об'ектива. Сложим сначала линзы без листочков и конечно так, чтобы более выпуклая поверхность кронгласа была обращена к флинтгласу.

Линзы коснутся в центре и мы увидим в этом месте пятно из светлых колец (Ньютоновы кольца).

Края линзы не будут касаться, между ними окажется просвет.

Вставим тогда в этот просвет один из наших листочков, толщина которого больше просвета. Наше цветное пятно сместится и чем толще листочек, тем больше.

Мы легко запомним это смещение.

Попробуем другой листок и будем подбирать так, чтобы смещения цветного пятна были одинаковы: тогда листочки одинаковы по своей толщине.

Когда мы подобрали три такие листочка, мы смачиваем их жидким гумми-арабиком и вкладываем между линзами в трех равно отстоящих точках окружности.

Мы вдвигаем листочки внутрь равномерно, пока линзы не отделятся одна от другой, потом сильно надавливаем на об'ектив, чтобы листочки пристали к линзам, и ту часть их, которая осталась вне линз, отрезываем острым ножом, чтобы было гладко.

И тотчас, пока еще не остыл клей, мы вкладываем об'ектив в оправу, помня, что кронгласовая линза должна быть обращена к предмету наблюдения.

Предупреждаем, что различие в цвете линз заметно только, пока они отделены одна от другой.

После, когда они сложены и вставлены в оправу, отличить их будет нельзя.

Весьма удобно приспособление Мерца. Он разделял линзы одну от другой медным кольцом, тщательно обточенным.

Линзы, как мы упомянули, закрепляются в оправе кольцом. Это кольцо надавливает на них только в трех точках. Тремя точками и кронгласовая линза касается оправы, в которой сделаны три выступа.

Проведенная нами перед разбором об'ектива метка на зажимном кольце позволит нам теперь вновь собрать об'ектив так, чтобы три точки, которыми давит кольцо, приходились как раз над теми тремя выступами, на которые легла кронгласовая линза.

Лучше, если между этими двумя точками давления придется и оловянный листочек, разделяющий линзы.

Закрепленный таким образом об'ектив предохраняется от вредного гнутия.

Винты, прикрепляющие кольцо к оправе, приходятся всегда между точками нажима. При их закреплении придется на кольцо нажать. Нужно стараться, чтобы давление было, по возможности, одинаково во время всех трех закреплений.

Чистка об'ектива, состоящего из трех линз, еще более сложна и требует больших предосторожностей.

С *окулярами* возни меньше.

Мы можем чистить их просто замшей. Для удобства, конечно, развинтим предварительно окуляр на отдельные части.

Стирать влагу, осевшую на об'ективе, нет необходимости. Она испарится сама, когда мы внесем трубу в теплую комнату. Если же во время наблюдений запотеет окуляр, то его, конечно, надо протереть чистым платком или даже просто мягкой частью пальца.

Металлические части трубы очищаются от ржавчины и грязи при помощи наждачной бумаги и масла.

Надо заботиться, чтобы все винты и зажимы были непременно смазаны.

С особенною осторожностью должна быть произведена чистка *разделенных кругов*. На полоску, на которой нанесены деления, наливаем хорошего костяного *масла* и с помощью его пальцем, без всякого давления, стараемся счистить накопившуюся грязь. Повторив операцию несколько раз, — мы протрем потом круг сухой чистой тряпкой из старого мягкого полотна.

Если серебреная поверхность кругов потемнела, то можно протереть ее слегка чистым древесным *углем* — березовым или липовым. Обыкновенно достаточно взять немного угля на слегка смоченную маслом тряпочку и этой тряпочкой протереть потемневшее место круга. Если же темное пятно не сходит, тогда можно потереть *куском* угля, но конечно без сильного давления и совершенно *чистым углем без пепла, песку и золы*. Предварительно надо также обточить поверхность угля на чистом камне, чтобы была ровная плоскость и этой плоскостью полировать круги.

Помещение для трубы. Помещение, в котором находится инструмент, также имеет влияние на результаты наблюдения.

Важно, чтобы температура его мало отличалась от температуры наружного воздуха. Иначе появится ток воздуха из теплого пространства в холодное, который испортит изображения.

Поэтому на больших обсерваториях люки башен открывают за несколько часов до наблюдений, а иногда в период хорошей погоды их не закрывают целые недели.

Наиболее пригодная форма обсерватории — это башня с вращающимся куполом. Но постройка эта не дешева, и немногие, конечно, из астрономов-любителей имеют возможность воспользоваться ее удобствами. (См. приложение — глава «Астрономические башни»).

Если нет специального помещения для трубы, тогда лучше выносить ее на двор под открытое небо, по крайней мере в том случае, когда не будет сильного ветра.

Но переносить часто большие трубы из одного места в другое неудобно и опасно.

В этом случае можно посоветовать устроить на обычном месте наблюдения — на балконе или в саду — плотную, крепкую, но простую будку, такой величины, чтобы в ней могла только поместиться труба со своей подставкой.

Подставку же выгодно сделать в виде стола на четырех колесах. Под колеса положить два рельса и тогда весьма удобно вывозить трубу для наблюдений и прятать опять в закут. Трубу, конечно, придется прикрепить к столу, чтобы не уронить при каком-нибудь случайном толчке.

Если труба имеет параллактическую монтировку, то, расположив ее на столе надлежащим образом и закрепив, мы будем пользоваться удобствами параллактической установки всегда с достаточной точностью.

Для того, чтобы предохранить инструмент от сырости, нужно покрыть его чехлом, не пропускающим влаги. Чехол может быть из простого коленкора, пропитанного парафином.

Все это можно сделать своими средствами.

Купим в аптекарском магазине 1 фунт парафину, *настругаем* его помельче и всыплем в склянку с бензином, взяв последнего на вес в три раза более, чем парафину.

Склянку выставим на солнце.

Поболтаем несколько раз, и когда парафин разойдется, то выльем в какой-нибудь широкий сосуд и будем мочить в нем *сшитый* уже мешок, пока последний не пропитается достаточно. Потом высушим. Не надо только выворачивать мешок, чтобы на внутренней стороне не осталось *излишней* массы парафина, который в случае его избытка может осыпаться на различные части трубы.

Если же приходится наблюдать из комнаты через окно, то прежде всего надо закрыть все остальные окна и двери, во избежание возможного движения воздуха; об'ектив трубы при этом выгодно выдвинуть возможно дальше наружу. Через стекло окна наблюдать, конечно, нельзя.

Предметы для наблюдения в различные трубы. Что касается выбора предметов для наблюдений, то это, конечно, зависит, главным образом, от силы трубы.

С трубой в два дюйма [54^{mm}][1]) можно наблюдать цирки, моря, горы на Луне, большие пятна на Солнце, спутников Юпитера, полосы на его диске, фазы Венеры; кольцо Сатурна видно чуть-чуть. Из звездных куч доступны Плеяды, Praesepe, кучи Персея, из туманностей — Ориона и Андромеды, звезды до 8-й величины, двойные звезды с большим расстоянием и ярким спутником по тому списку, который мы приводим ниже в главе: «*Двойные звезды*». — β Cygni, 12 (α) Canum Venat., Мицар, γ Delphini, γ Andromedae, γ Arietis будут видны отлично; ϑ Orionis должна делиться на четыре.

В *трехдюймовую* (81^{mm}) трубу мы увидим на Луне уже довольно мелкие кратеры, отдельные пики, заметим грануляцию солнечной поверхности, на Юпитере различим ясно сжатие его диска, на Марсе — полярное пятно; около Сатурна найдем его главного спутника Титана; Уран представится в виде маленького диска. Кроме куч в Персее, Praesepe и Плеяд, в темную ночь полюбуемся и кучей в созвездии Близнецов. Найдем кольцеобразную туманность в Лире, туманности в Деве и Тельце. Звезды будут видны до 9-й величины. Из двойных надо выбирать те, у которых расстояние больше 4″. Более тесные пары разделяются только в исключительных случаях, т. е. при прекрасных атмосферных условиях и при малой разнице в блеске составляющих. Доступными трубе являются звезды: γ Andromedae, Кастор, γ Virginis, α Herculis, λ Orionis, Trianguli, ε Hydrae, ε Bootis.

В трубу с диаметром *в 3^1/$_2$ дюйма* (95^{mm}) мы найдем *главные* трещины (Rillen) на Луне, будем следить за изменениями на диске Юпитера, а также в солнечных пятнах и факелах; можем видеть деление кольца Сатурна, двух его спутников, неровности в серпе Венеры, фазы Меркурия, звезды до 10-й величины, из двойных звезд могут быть разделены пары с расстояниями до 1″,3, но для наблюдения надо выбирать те, расстояние которых больше 3″.

При испытании такой трубы, кроме перечисленных двойных звезд, может служить также ε Lyrae, каждая из составляющих которой должна разделиться при хороших атмосферных условиях отчетливо на две звездочки. Укажем также γ и ι Leonis, α Piscium, δ Serpentis, ζ Orionis, ξ Bootis.

А с хорошей *четырехдюймовой* трубой, при хорошей установке, мы можем отправиться уже в довольно обширные экскурсии по небу, будем любоваться самыми мелкими подробностями чудесной панорамы, можем поработать с пользой и для науки.

Для испытания трубы можно указать на двойные звезды. Кастор, γ Virginis, α Herculis, γ Leonis, α Piscium, ζ Orionis, ξ Bootis, а также ξ Ursae Majoris, Ригель и Антарес. Последние две звезды лучше смотреть в сумерки, потому что слабый спутник совсем тонет в лучах главной звезды.

Пределы применения трубы, снабженной об'ективом-апахроматом, могут быть значительно шире. Даже в трехдюймовую трубу с двойным апохроматом особенно при ортоскопическом окуляре мы можем видеть

[1]) *Парижский* дюйм — 27 миллиметрам.

такие подробности на дисках планет и Луны, какие едва доступны четырехдюймовой трубе с обыкновенным об'ективом.

Шкала для оценки атмосферных условий. При сравнении результатов наблюдений надо всегда иметь в виду, при каких изображениях в зависимости от атмосферных условий эти наблюдения производились. Наблюдатели часто характеризуют их отметками: плохие, хорошие, спокойные, размытые и т. п. или оценивают баллами в условной системе. Но все подобные оценки суб'ективны и не всегда понятны. По этому вниманию читателя можно особенно рекомендовать более определенную, выработанную на основании специальных исследований шкалу проф. Пикеринга, получившую большое распространение в астрономической практике.

В этой шкале:

плохое состояние атмосферы

отмечается баллом 1 — когда изображение яркой звезды в трубе все время в два раза больше диаметра третьего диффракционного кольца,

баллом 2 — когда изображения по временам более диаметра третьего кольца,

баллом 3 — когда изображения почти такого же диаметра, как третье кольцо и к центру ярче.

посредственное — баллом 4 — когда часто виден диск звезды (центральный кружочек), появляются иногда и дуги вокруг,

баллом 5 — когда диск виден постоянно и часто видны дуги,

хорошее баллом 6 — когда и диск и короткие дуги видны постоянно,

баллом 7 — когда диск временами совершенно резко очерчен а) дуги длинные, б) полные кольца,

прекрасное — баллом 8 — когда диск резко очерчен: а) движущиеся длинные дуги, б) движущиеся полные кольца,

баллом 9 — а) когда внутреннее кольцо неподвижно, б) внешнее неподвижно моментами,

баллом 10 — когда все кольца неподвижны:

а) между кольцами замечается движение деталей,

б) никаких движений между кольцами нет (рис. 14).

Различные предосторожности при наблюдениях. В каждом отдельном случае придется, конечно, считаться с атмосферными условиями и высотой Луны над горизонтом.

В полнолуние можно наблюдать только наиболее яркие предметы. Ни звездных куч, ни туманностей невидно.

Наблюдения слабых предметов заслуживают особенного внимания. Нужно удалить при этом от себя всякий свет и предварительно продержать глаз несколько минут в совершенной темноте. Так-называемые *отри-*

цательные окуляры менее пригодны *положительных*, потому что поле зрения освещается конусом сходящихся лучей.

Окуляр должен быть *предварительно* поставлен на ясное зрение по звезде.

Чтобы видеть слабенькую звездочку около Луны или яркого Юпитера, полезно в фокусе окуляра поставить небольшую малопрозрачную пластинку, закрывающую половину поля зрения, и за эту *ширму* уводить яркий предмет при наблюдении.

В этом случае преимущественно удобны *положительные* окуляры и, как мы указали выше, увеличение должно быть по возможности большое (стр. 4-я).

При наблюдении ярких предметов в трубе можно видеть иногда вторые изображения их, происходящие вследствие отражения от стекол окуляра. Они затрудняют исследования и часто вводят даже в грубые ошибки. Нужно стараться держать предмет всегда в центре поля зрения.

Не следует наблюдать светила близ горизонта. Плотный слой атмосферы, насыщенный парами и пылью обыкновенно портит изображения совершенно. Заметим кстати, что в сумерки и на заре утром изображения по большей части бывают лучше, чем ночью.



Черт. 17.

Не лишни часто и другие предосторожности.

В сырую, холодную ночь, например, об'ектив может покрыться росой. Изображения наблюдаемых предметов тогда совсем портятся. Чтобы пособить беде, достаточно склеить из картона цилиндрическую надставку на трубу и надевать ее перед наблюдениями на оправу об'ектива.

Длина этой надставки (черт. 17—N) для трубы в 3—$3\frac{1}{2}$ дюйма диаметром может быть приблизительно $\frac{1}{4}$ аршина, для меньшей трубы немного меньше.

При астрономических наблюдениях, вообще, нужно беречь глаз от светового раздражения, но в то же время приходится и пользоваться светом: нужно иногда осветить помещение, посмотреть карту, рисунок и пр. Выгодно поэтому иметь фонарь с *ширмой*, которая легко и скоро могла бы затемнять его свет, когда нужно. Можно закрывать фонарь колпаком с узким отверстием наверху и небольшими отверстиями внизу.

Удобное положение наблюдателя имеет большое значение для успеха наблюдения. С практикой у всякого явится, конечно, сноровка, но нужно всегда помнить, что выгодно держать глаз у *самого* окуляра, потому что при таком положении глаза в него попадает наибольшее количество лучей.

Во многих случаях весьма полезно бывает зарисовать наблюдаемый предмет. Это нужно всегда делать во время самых наблюдений, тут же при трубе, не откладывая до следующего дня. Рисунок, сделанный после по памяти, имеет мало цены. Он всегда неполон и неточен. В этом не трудно убедиться. Стоит только попробовать зарисовать какое-нибудь наблюдаемое явление. Сейчас скажется несоответствие рисунка с тем, что видел наблюдатель, то в одной его части, то в другой подробности.

А раз предмета пред глазами уже нет, то и не пополнишь пробелы. Часто даже *общий* очерк трудно передать по памяти, если он сложен и запутан. Всегда рискуешь переставить углубление на место возвышения или еще что-нибудь переделать.

Нам остается сказать еще несколько слов **о первых наблюдениях трубой.**

Когда человек смотрит в трубу в первый раз, то обыкновенно он чувствует себя разочарованным. Всегда он ждет большего, и не только в отношении подробностей, но также относительно размеров наблюдаемого предмета. Он читал или слышал об *огромных* мирах Вселенной, о важных открытиях на них, и надеялся увидеть грандиозное зрелище, совершенно забыв о том расстоянии, которое отделяет его от наблюдаемого предмета. Он не привык еще к масштабу и не умеет ценить тех средств, которыми пользуется астроном.

Даже Луна не удовлетворяет его, несмотря на многие подробности, которые видны на ее поверхности.

Вместо огромных цирков, он видит маленькие ямки, высокие горы кажутся ему песчинками. Еще больше разочарования при наблюдении звезд. Эти огромные солнца — такие же, как наше, и даже больше — в его трубе только точки. Все значение трубы, как бы велика она ни была, по отношению к звездам заключается в том, что она позволит нам видеть слабые звезды и разделить их на две, на три, если звезда сложная.

Чувство неудовлетворения может остаться у неопытного наблюдателя и в том случае, если бы он смотрел в могущественный телескоп. Дело по большей части не в трубе, а в *понимании* того, что видишь.

Конечно, много значит и привычка *смотреть*. Опытный глаз различит гораздо больше, чем тот, который смотрит в первый раз. Из опыта мы скоро узнаем, что чем дольше не отрываешь глаза от трубы, тем больше видишь. Небольшое пятнышко, которое казалось прежде точкой, в нашем представлении разрастается все более и более, по мере того, как мы стали различать на нем различные подробности.

Здесь кстати будет предупредить неопытного наблюдателя против неосновательного опасения, что близорукий глаз негоден для астрономических наблюдений. Это совершенно неверно. *Строго* говоря, близорукий глаз даже лучше дальнозоркого. Разница в глазах сводится только к разнице в установке окуляра, видеть же все глаза должны одно и то же, за исключением, конечно, больных глаз или имеющих какой-нибудь порок (дальтонизм).

Весьма интересны *суб'ективные* впечатления — они различны для различных наблюдателей.

Это особенно резко скажется при оценке размеров наблюдаемого предмета.

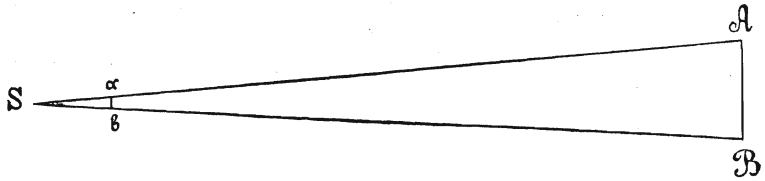
Спросите человека, который смотрит в первый раз в трубу, каким ему кажется Юпитер? И вот один вам скажет, что диск Юпитера не менее медного пятака, а другой в ту же самую трубу и при том же увеличении найдет его не более гривенника, а третий будет утверждать, что Юпитер — это маленькая горошинка и т. д.

Я помню замечательный случай.

Один человек из публики, которой я показывал Сатурна, был так поражен его видом, что, передавая дома свои впечатления, широко разводил руками, желая показать, каких размеров является Сатурн в трубе. Сатурн казался ему с человеческую голову. А через неделю, когда этому господину довелось смотреть Сатурна во второй раз в ту же трубу, но при меньшем собрании, когда я мог переменить ему несколько окуляров, он освободился от своего первого впечатления и научился, до некоторой степени, ценить и отличать увеличения одно от другого.

При наблюдении Луны неопытный наблюдатель обыкновенно не доверяет увеличению, с которым смотрит. Он никак не может понять, почему невооруженным глазом он видит Луну на небе в виде довольно большой тарелки, а в трубе, при увеличении в 120 раз, она является не более чайного блюдечка.

Правда, на поверхности Луны он различает много подробностей,



Черт. 18.

которые простым глазом невидны, но все-таки он не может понять увеличения видимых размеров диска.

В этом случае, конечно, оптическая иллюзия. Попробуйте смотреть одним глазом на Луну через трубу, а другим просто — и тогда увеличение трубы станет понятным сразу. Все дело в том, что при наблюдении невооруженным глазом мы относим Луну на огромное расстояние — на небесный свод, — тогда как в трубе ее изображение недалеко от нашего глаза. Попробуйте проэктировать это изображение на небесный свод, проводя мысленно из глаза прямые к его краям и продолжая их до бесконечности — оно станет громадно.

Наоборот, тот угол, под которым мы видим Луну невооруженным глазом, соответствует весьма небольшому линейному протяжению в близком от нас расстоянии.

Из точки S (черт. 18) мы видим ab и AB под одним углом, но AB больше ab во столько раз, во сколько расстояние этого протяжения от S больше расстояния ab от той же точки.

Если мы закроем один глаз, а другим будем смотреть на Луну, то мы легко покроем ее одним пальцем. Вытянем перед открытым глазом руку по направлению к Луне, поднимем самый малый палец — мы увидим, что Луна скрылась за ним, что она занимает небольшую долю ногтя нашего пальца — так мал тот угол, под которым мы видим Луну невооруженным глазом.

ГЛАВА II.

Наблюдения невооруженным глазом.

Мы не будем делать общего очерка наблюдений невооруженным глазом. *Ниже мы найдем в каждом отдельном случае достаточно подробные описания как приемов наблюдения, так и главнейших особенностей наиболее интересных явлений.*

Здесь же мы только *сопоставим* все предметы, которые доступны невооруженному глазу, чтобы легче было подобрать материал для наблюдений.

Для невооруженного глаза доступно по преимуществу *звездное* небо: общие очертания созвездий, главнейшие их звезды, вращение небесного свода, изменение картины неба по временам года, яркость звезд, цвет, видимая величина, Млечный Путь со всеми подробностями в очертании и яркости, пары близких звезд, как, например, Мицар и Алькор в Большой Медведице, σ Tauri, ϑ Tauri, ε 4 и 5 Lyrae, звездные скопления: Плеяды, Гиады, χ и h в созвездии Персея, так-называемые «Ясли» (Praesepe) в созвездии Рака, звездная куча в Геркулесе, которая для дальнозоркого глаза видна как слабая туманность, туманность в Андромеде и пр.

Интересны наблюдения зодиакального света, хотя, к сожалению, его редко удается видеть, его противосияние, наблюдения комет, их перемещений между звездами, изменение вида, наблюдения падающих звезд, как спорадических (отдельных), так особенно потоков. Из последних мы укажем на Квадрантиды, Лириды, майские Аквариды, июльские Аквариды, Персеиды, Орионицы, Леониды, Биелиды и Геминады.

Иногда случается видеть большой болид. Важно заметить время появления и исчезновения, яркость болида, цвет его и положение на небе.

Интересно следить за движением Луны вокруг земли, замечая те звезды, мимо которых она проходит, и наблюдая иногда *покрытия* ярких звезд и планет.

Кроме того, можно наблюдать фазы Луны, пепельный свет в начале и конце лунного месяца.

Большого внимания заслуживают движения планет со всеми их особенностями: ускорениями, замедлениями, остановками, прямым и попятным движением. Интересно проследить тот узел, который планета вычерчивает на небе между звездами.

Для невооруженного глаза возможны наблюдения и некоторых переменных звезд, например Альголя (β Persei), λ Tauri, β Lyrae, δ Cephei.

Простым глазом мы можем наблюдать затмения, как солнечные, так и лунные. Но при наблюдении солнечных затмений придется, впрочем, предохранять глаз от ярких лучей солнца закопченным стеклом.

Наконец, можно рекомендовать читателю, кроме чисто астрономических явлений, обратить также внимание на северные сияния, явления сумерек, рассвета, мерцание звезд, серебристые ночные облака и т. п.

ГЛАВА III.

Солнце.

Наиболее интересные и доступные явления на солнечной поверхности: пятна, их движения и метаморфозы, факелы, грануляция. — Различные приемы и удобное время для наблюдений солнца. — Инструкция к систематическим наблюдениям солнечных пятен.

Грандиозные явления, которые мы наблюдаем на солнечном диске, как известно, подчинены *одиннадцатилетнему* периоду. Бывают годы, когда поверхность солнца является совершенно ровной без каких-либо интересных особенностей. Потом солнце оживает. Появляются *пятна*. В течение 4—6 лет общее число их за каждый год прогрессивно возрастает, наступает *maximum*, потом число пятен начинает уменьшаться все более и более, чтобы чрез 6—5 лет снова начать свой обычный цикл.

В 1889 году, например, солнце было совершенно чисто.

В 1893 же году редкий день мы не видели нескольких пятен на солнечном диске. Последний minimum был в 1913 году, последний maximum — в 1917.

Вместе с пятнами появляются *факелы* — светлые червячки, которые покрывают поверхность солнца по преимуществу по краям. Много в это время обыкновенно и протуберансов. Так называются огненные языки, которые часто наблюдаются вокруг луны в момент полного солнечного затмения. Это извержения раскаленных газов. Они бьют высокими фонтанами на поверхности солнца или плавают в его атмосфере в виде огромных облаков. Теперь научились видеть протуберансы и без затмения. При помощи спектроскопа мы можем наблюдать их почти всякий солнечный день.

Солнечные пятна, факелы и протуберансы несомненно имеют между собою связь и обусловливаются общими причинами.

Но на гипотезах о происхождении их и развитии мы останавливаться не будем. Не будем вдаваться и в подробное описание солнечных явлений. Мы укажем только главнейшие особенности, которые наиболее интересны и доступны для наблюдений с *обычными средствами*.

Начнем с пятен.

Солнечное пятно обыкновенно состоит из темного ядра, окруженного сероватой, широкой каймой лучистого строения, такой же, по большей части, формы, как ядро. Это так-называемая полутень. Иногда несколько пятен окружены одной общей полутенью. Лучи полутени, идущие радиусами к ядру пятна, обыкновенно уподобляются узким «ивовым листьям»,

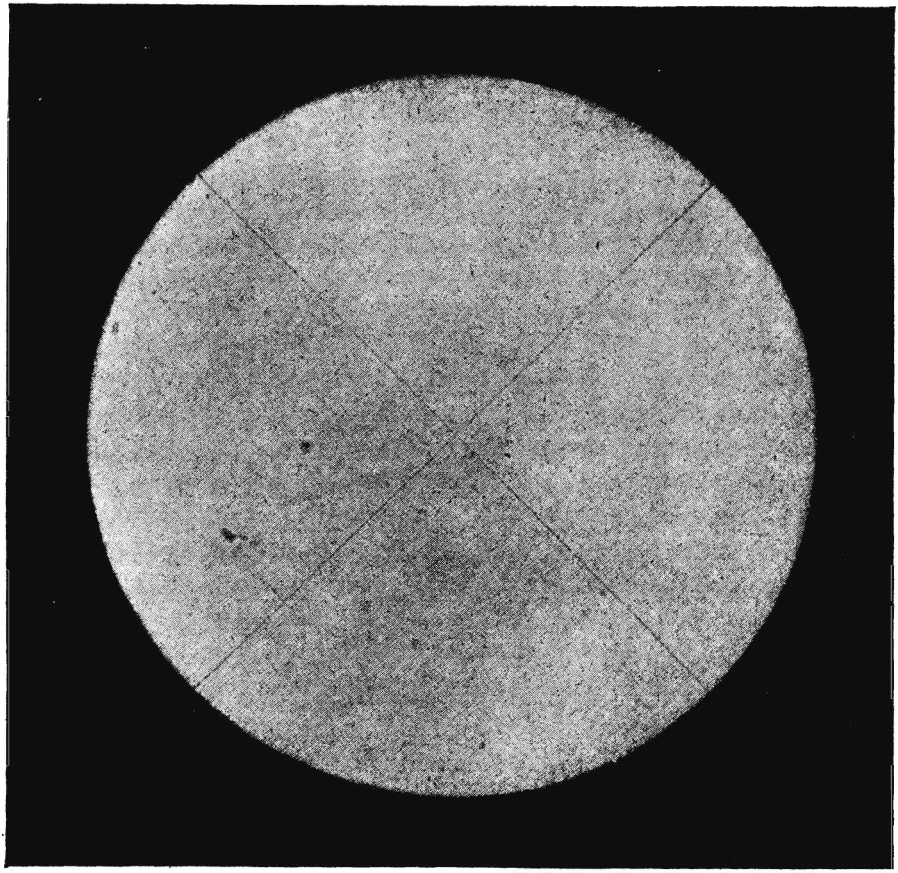


Рис. 19. Общий вид солнечной поверхности для 12 час. 00 мин. 5-го июля 1893 года по фотографии, полученной в Пулкове [1]).

но часто они бывают неправильной формы. Сероватый цвет полутени получается от смешения светлых лучей с черными промежутками.

Пятно представляется воронкообразным углублением, в которое потоками спускается светлая материя блестящей солнечной поверхности. Ближе к дну этой воронки, т. е. к ядру пятна, потоки сливаются и пере-

[1]) Две пересекающиеся линии представляют изображения паутинных нитей, которые натянуты в фотографическом аппарате. Они служат для того, чтобы ориентироваться в положениях пятен на солнечной поверхности.

путываются, получается светлая кайма, отделяющая тень от полутени. Часто светлая материя заливается дальше и видны светлые языки на черном фоне ядра или даже целый светлый мост, разделяющий пятно на части.

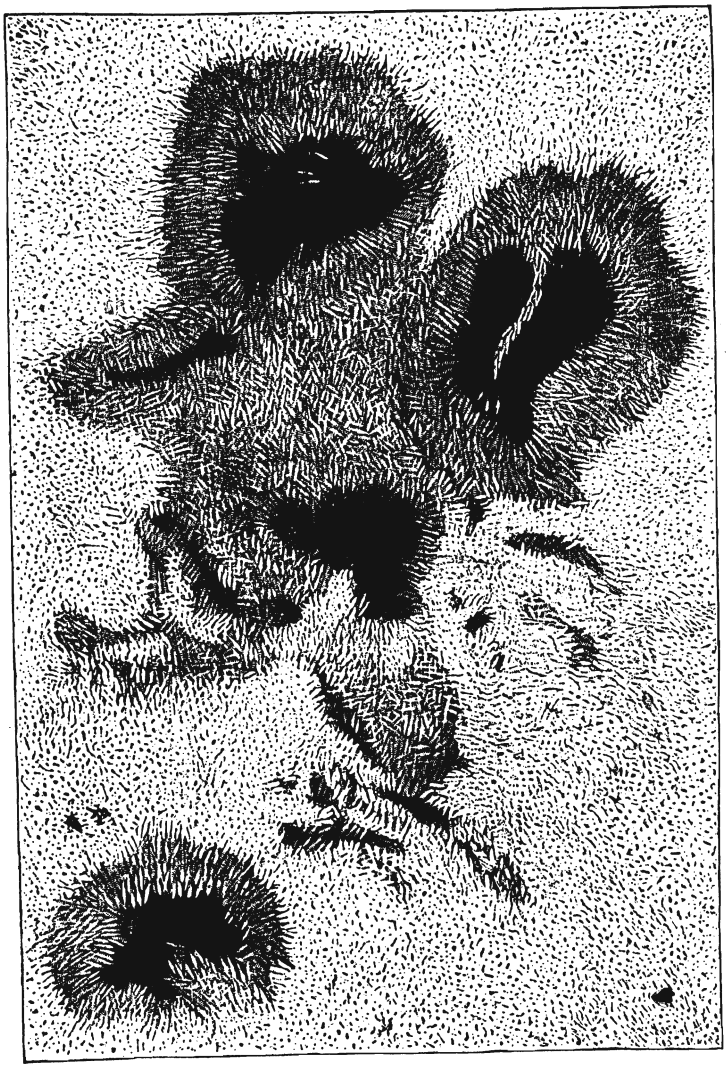


Рис. 20.

На рисунке 20-м мы различаем ясно все эти подробности.

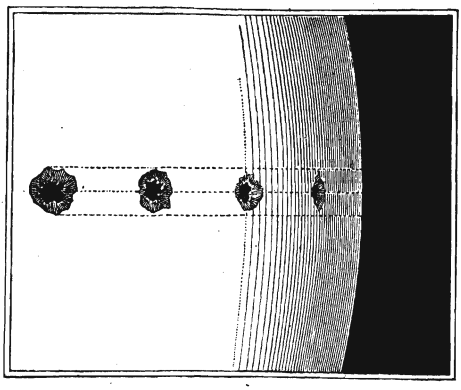
Иногда на черном ядре пятна можно заметить еще более черные *отдельные* точки.

Ядро пятна нам кажется совершенно темным только вследствие контраста с блестящей солнечной поверхностью.

На самом деле яркость его во много раз больше яркости полной луны. Если случится наблюдать прохождение Меркурия по диску солнца, мы ясно увидим, что диск планеты гораздо темнее, чем ядро пятна.

Что пятно есть углубление — это особенно резко скажется, когда оно подойдет к краю солнечного диска. Тогда та сторона полутени, которая ближе к краю, будет казаться нам шире противоположной. Самое пятно, кроме того, делается у́же. Когда пятно в середине диска, мы прямо смотрим внутрь его. Когда оно на краю, мы смотрим сбоку (рис. 21).

Солнце есть сфера, которая непрерывно вращается около определенной оси. Замечая положение пятен на солнечной поверхности и соответствующие моменты наблюдений, мы можем вычислить время оборота солнца и направление его оси вращения. Пятна имеют и собственные движения по поверхности солнца, но в массе наблюдений эти движения не окажут влияния на исследование вращения.



Черт. 21.

Важно заметить, что солнце вращается не как одно целое, а зонами. Всего быстрее вращается экваториальная зона (25 дней), более северные движутся медленнее (27 дней при широте 45° и 31 день ближе к полюсу).

Пути пятен на солнечном диске в различные месяцы различны.

Когда земля находится на линии пересечения солнечного экватора с эклиптикой, путь пятен представляется прямой линией, мало наклоненной к эклиптике. В другое время — это кривая, обращенная выпуклостью кверху или книзу[1]) (черт. 22—25).

Если следить за положением пятна изо-дня-в-день, то удобнее наблюдать в один и тот же час, потому что положение пятна по отношению к вертикальной линии изменяется при суточном движении солнца.

Но не только от перспективы пятно меняет свой вид. В нем происходят и на самом деле изменения и часто приходится наблюдать интересные метаморфозы. Всего удобнее, конечно, для такого рода наблюдений — фотография, но и в трубу можно следить за жизнью пятна, особенно если наблюдатель способен хорошо зарисовать наблюдаемое явление.

Некоторые пятна довольно долго сохраняют свой вид и могут быть наблюдаемы впродолжение нескольких оборотов солнца, в других происходят большие изменения.

Иногда в несколько часов пятно совершенно изменяет свою форму и размеры; мы становимся тогда свидетелями ужасных переворотов.

Не надо забывать, что даже маленькое пятнышко занимает на солнце огромное пространство: часто пятно далеко превосходит размеры всей

[1]) Полную аналогию этому явлению представляет изменение вида кольца Сатурна.

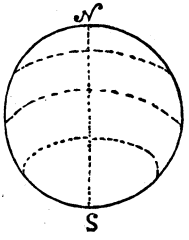
нашей земной поверхности. Так, например, в феврале 1892 года наблюдалась огромная куча пятен, окруженная одной полутенью. Группа эта занимала поверхность в 100 раз большую поверхности земли и могла быть видима глазом впродолжение 10 дней. В феврале 1917 г. было видимо большое пятно длиной в 200 тысяч и шириной в 100 тысяч километров. Громадное пятно наблюдалось в 1905 г., 1920 г. и т. д.

Появления светлых языков или мостика есть признак разложения пятна, которое иногда совершается даже на глазах наблюдателя (Wollaston)

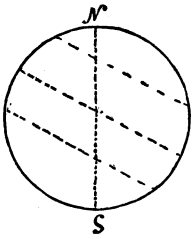
Но замечаются и обратные явления. Пятна иногда соединяются вместе под одну полутень или покрывают друг друга наполовину. Явления эти очень интересны и желательно было бы собрать побольше наблюдений.

В больших группах отдельные пятна имеют самостоятельные движения, различающиеся между собой и по скорости, и по направлению.

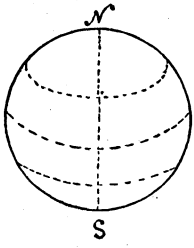
Иногда полутень представляет спиральное строение и заметно вращение всего пятна, которое, впрочем, продолжается обыкновенно недолго, редко



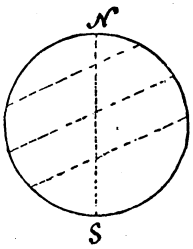
Черт. 22. Март.



Черт. 23. Июнь.



Черт. 24. Сентябрь.



Черт. 25. Декабрь.

несколько дней. В больших пятнах полутень в различных частях вращается обыкновенно в противоположных направлениях. Вращательные движения в пятнах весьма интересны, но очень редко наблюдаются.

Интересно также то обстоятельство, что пятна после minimum'а начинают появляться под 30°, а потом, с приближением maximum'а, они спускаются все ближе и ближе к экватору. Далее они опять удаляются, чтобы снова появиться под 30°.

Близ пятен часто видны и *факелы*. Иногда они являются предвестниками пятен. Попадаются факелы и отдельно.

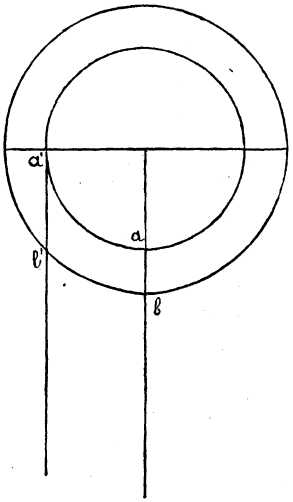
В отличие от пятен, которые бывают только в экваториальной зоне не выше 45°, факелы встречаются по всей поверхности. Но особенно рельефно они выступают по краям солнца. Форма этих светлых червячков самая причудливая, размеры громадны (до 100 000 миль). Как и пятна, факелы непостоянны, и часто метаморфозы в них происходят очень быстро. Интересное явление наблюдал Каррингтон в 1859 году. На его глазах около солнечного пятна вдруг появились две светлые точки. Быстро эти точки развились в два большие факела, которые пронеслись над пятном и исчезли. Все явление продолжалось не более 5 минут.

Когда воздух прозрачен, в хорошую трубу (даже с об'ективом в 3 дюйма) видна так-называемая «*грануляция*» солнечного диска.

Поверхность солнца представляется нам зернистой — как будто в молоке плавают разбухшие рисовые зерна. Как ни малы нам кажутся эти зерна величина их на самом деле значительна. Она колеблется в пределах от 200 до 3000 верст.

Зерна эти находятся в движении, но очень трудно заметить их перемещения. Только по изменению контура малых пятен *(пор)* можно судить об этом.

Не трудно заметить (рис. 19), что края солнечного диска темнее, чем центр. Это обусловливается, конечно, атмосферой солнца. Центральные лучи проходят более тонкий слой атмосферы, чем крайние, и менее теряют в своей интенсивности, как ясно из чертежа 26-го (*ab* менее *a'b'*).



Черт. 26.

Говоря *о наблюдениях* солнца, мы считаем нужным предупредить читателя, что они *очень трудны* и требуют некоторой опытности и навыка.

Причина этому — страшное количество тепла и света, испускаемое солнцем. Солнце сильно нагревает воздух. Он волнуется, и изображения делаются размытыми, неспокойными. Мелкие, трудно уловимые детали поверхности солнца исчезают пред наблюдателем совершенно.

При наблюдениях солнца приходится принимать различные предосторожности.

Никогда нельзя, например, наводить трубу на солнце обыкновенным способом, как на звезды — *прицеливаясь*. Это неудобно и опасно для глаза.

Трубу ставим по тени. Когда вся труба на перпендикулярном к ней экране будет проэктироваться темным круглым пятном, тогда она поставлена точно на солнце. Если тень от трубы падает на какую-нибудь стену или пол, не перпендикулярные солнечным лучам, то нужно добиться, чтобы размеры тени сократились до *minimum'a*.

При наблюдении солнца обыкновенно на окуляр надевают темное стеклышко. Не мешает всякий раз, прежде чем посмотреть в трубу, убедиться, что такое стекло действительно привинчено.

Надо избегать красных стекол. Они пропускают много тепла, вследствие чего утомляется глаз. Лучше стекла темнозеленые, темножелтые и темносерые. Синие стекла обыкновенно имеют то неудобство, что кроме синих лучей пропускают еще и другие, вследствие чего изображение солнца является не так резко. Некоторые наблюдатели употребляли различного рода комбинации цветов, например, зеленый и голубой, красный и желтый и т. д.

Если имеется только одна оправа для темного стекла, то лучше взять, его темно-синевато-серого цвета, если несколько, то лучше иметь разные цвета. Наблюдения Секки показали, как *много* зависит от цвета видимость очень тонких деталей. Во всяком случае, никогда не следует на-

чинать наблюдения со стеклом очень слабого цвета, лучше взять самое темное и в случае надобности переменить на слабейшее.

Только факелы можно смотреть на солнце без темного стекла — это тогда именно, когда солнце закрыто пленкой облаков и настолько ослаблено в блеске, что не слепит глаза, но пятна при этом видны плохо.

Цветные стекла часто лопаются вследствие нагревания. При об'ективе в 4 дюйма следует уже из предосторожности часть его закрывать. Для этого надевают обыкновенно на об'ектив картонный колпак с центральным отверстием в дне. Димаетр этого отверстия, конечно, менее, чем диаметр об'ектива.

Вместо цветных стекол пробовали употреблять различные темные жидкости в сосудах с параллельными стенками и получали хорошие результаты, но весьма на непродолжительное время. От нагревания в сосуде начинается движение жидкости, появляются струйки, которые портят изображения.

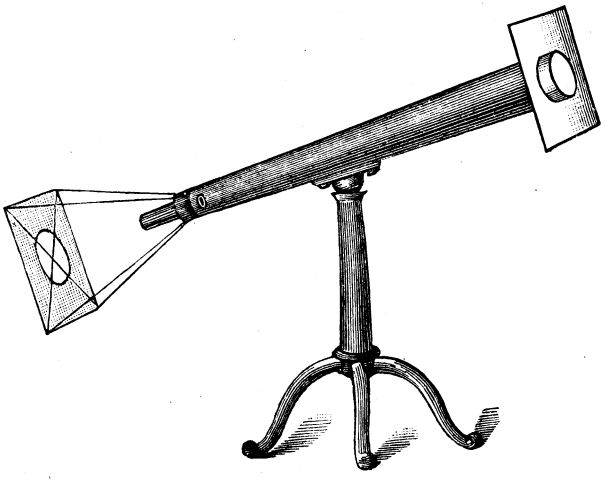


Рис. 27.

При больших трубах употребляют специальный прибор *гелиоскоп*, через который можно видеть солнце, не изменяя его цвета. Ослабление света получается вследствие поляризации лучей, отраженных от нескольких зеркал.

Но всего удобнее просто проэктировать солнце на белый *экран*, поставленный на некотором расстоянии от окуляра перпендикулярно к оптической оси трубы. Окуляр выдвигают при этом немного, чтобы на экране получилось отчетливое изображение солнца.

Не забудем, конечно, снять темное стекло, если оно было раньше привинчено.

Чем дальше отодвигать экран, тем в большем размере можно получить солнце. Но вместе с этим ослабляется блеск изображения. Выгодно поэтому, чтобы на экран падали только лучи, проходящие через трубу, чтобы от всех посторонних он был загражден. Для этого на оправу об'ектива надевают широкий картонный лист, который и дает на экране тень.

Еще лучше, если труба расположена в *совершенно темной* комнате так, что только об'ектив ее выходит наружу. Тогда достигают *поразительных* эффектов. Отчетливое изображение солнца можно получить диаметром до двух аршин.

Если неудобно устроить темной комнаты, то можно рекомендовать приспособление в роде того, как на рис. 27-м. Раму, поддерживающую

экран, выгодно обтянуть черным сукном со всех сторон, оставивши только место для глаза.

Пятна на экране видны со всеми подробностями, но особенно рельефно выступают факелы, которые в то же время часто и невидны при непосредственных наблюдениях.

Также и грануляция на экране познается легче, особенно если трубу несколько подвигать. Тогда ясно видно, что по экрану проходит «рябое» солнце, как будто бы покрытое сеткой.

Сразу видно и постепенное ослабление света от центра к краям.

Важно помнить, что изображения солнца на экране *зеркальные*, как мы упомянули на стр. 6-ой.

Если взять окуляр с большим увеличением, в котором не видно сразу всего диска, то нужно быть осторожным, чтобы не принять край поля зрения за край солнца. На экране и то и другое будет иметь вид круга, только край солнца будет двигаться, если мы закрепим трубу, а граница поля останется неподвижной.

Заметим кстати, что убедиться в присутствии на солнце пятен можно и без трубы.

Пропустим через *маленькое* (миллиметра 4—5 в диаметре) отверстие в темную комнату пучок солнечных лучей. Тогда на стене, противоположной отверстию, мы получим изображение солнца, на котором пятна достаточно заметны, особенно если подставить белый экран. Такое явление можно наблюдать иногда совершенно случайно, если в цыновке, закрывающей наше окно, образовался какой-нибудь маленький из'ян.

Под вечер или рано утром, когда солнце низко, опыт будет более удачен. В этом случае мы можем получить изображение солнца в больших довольно размерах, так как экран будет можно отставить на большое расстояние от отверстия. В полден же солнце высоко, и его лучи круто спускаются на пол прямо у окна.

Для наблюдений солнца важно также выбрать соответствующее время.

Более удобное время — это часа за два — за четыре до полудня, когда воздух не нагрелся еще значительно и спокоен, а потом вечером, когда свалит жар (перед закатом).

В полдень тоже можно наблюдать, но при этом приходится долго сидеть у трубы, не отводя глаза от окуляра, и ждать *«хороших изображений»*. Терпение, впрочем, всегда вознаграждается. Как-то вдруг прояснится и хотя не надолго, на одно мгновение, но часто с замечательной отчетливостью во всех деталях предстанет перед наблюдателем исследуемая часть солнечной поверхности.

При продолжительных наблюдениях изображения солнца портятся также вследствие нагревания воздуха в трубе.

Полезно поэтому по временам делать паузы, отводя трубу от солнца или закрывая об'ектив крышкой, чтобы воздух в трубе охладился.

Зимой наблюдение солнца еще труднее.

Часто об'ектив изнутри покрывается ледяными кристаллами, которые совершенно портят изображения.

Внутрь трубы всегда может попасть некоторое количество сырости, хотя бы в то время, когда переменяем окуляры. Избыток ее при охлаждении оседает на стенках и об'ективе. Когда труба направлена на солнце, температура внутри ее поднимается, но об'ектив остается совершенно холодным, потому что он не поглощает солнечных лучей. Бывшая на нем влага застывает. Влага со стенок испарится и, приходя в соприкосновение с холодным об'ективом, оседает на нем и еще более усиливает его непрозрачность. Явление — аналогичное замерзанию окон в теплых комнатах.

Чтобы до некоторой степени устранить это неудобство, выгодно внутрь трубы ставить чашечку с хлористым кальцием, поглощающим влагу.

Часто также приходится, как мы уже упоминали на стр. 12-й, исправлять и установку окуляра, которая портится вследствие расширения трубы.

Мы ничего не говорили ни о фотографировании солнечного диска, ни о спектроскопических наблюдениях протуберансов. Эти наблюдения уже более сложны и требуют специальных дорогих инструментов. Тем читателям, которые могли бы осуществить у себя эти наблюдения, рекомендуем в руководство прекрасные, классические сочинения:

1. *H. Schellen*, Die Spectralanalyse in ihrer Anwendung auf die Stoffe der Erde und die Natur der Himmelskörper, I и II Band mit Atlas.
2. *Secchi*, Die Sonne, или на французском Le Soleil.

Последнее очень важно при изучении солнечных явлений вообще.

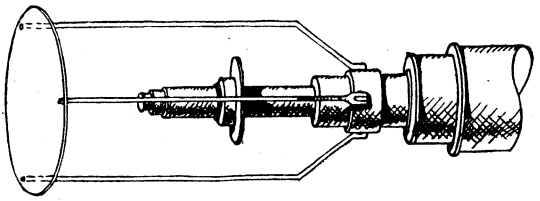
Инструкция к систематическим наблюдениям солнечных пятен.

В виду важности и громадного теоретического интереса, который представляют солнечные явления непосредственно сами по себе и по своей связи с многими физическими явлениями нашей планеты, весьма желательно, чтобы наблюдениями их занялось возможно бо́льшее число лиц. В этом отношении, на ряду с сложными исследованиями астрономов-специалистов, могут иметь большое значение и наблюдение любителей с скромными средствами, лишь бы только они были организованы систематично и производились с достаточной аккуратностью. Поэтому мы считаем не лишним дать некоторые указания к организации систематических наблюдений над солнечными пятнами, наиболее доступных для любителя, в надежде, что у кого-нибудь из читателей найдется достаточно досуга и терпения, чтобы отважиться на них.

Работа в данном случае, главным образом, статистическая, которая служит к выяснению моментов наибольшей и наименьшей интенсивности явления. Стараются определить число и размеры пятен каждый день, как только позволит погода, но попутно при этом очень интересно составить и рисунок деталей в каждой группе пятен, чтобы иметь возможность следить за ее жизнью от дня ко дню, важно получить и возможно точное положение пятна на солнечном диске.

Число пятен, видимых на солнце, конечно зависит от размеров трубы и тех атмосферных условий, которые имеют место в момент наблюдений. Но сличая результаты, полученные с различными инструментами в одни и те же моменты, можно свести все наблюдения к *одному* инструменту, принятому условно за нормальный, так что при достаточно *обширном* материале можно получить длинный, почти непрерывный ряд приблизительно однородных наблюдений, характеризующих деятельность солнца за много лет. Подобное сопоставление наблюдений с выводом интересных результатов за длинный период с 1610 года до 1893 удалось исполнить знаменитому астроному *Wolf'y*, директору обсерватории в Цюрихе. Работу Wolf'a из года в год продолжает теперь его преемник *Wolfer*, получающий материал от большого числа наблюдателей.

Интересные результаты, но, конечно, приближенные и более или менее частного характера, может получить каждый наблюдатель и из одних своих наблюдений, если только они достаточно многочисленны и аккуратно сделаны. Мы увидим это ниже.



Черт. 28.

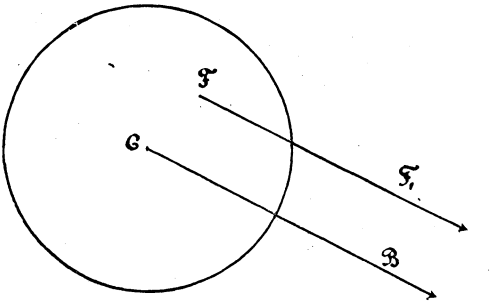
При наблюдении солнца особенно выгодно проэктировать его на экран, защитив последний от лишних солнечных лучей, а также по возможности и от рассеянного света. Чтобы экран не коробило от нагревания и влажности, лучше всего сделать его из сухого дерева, проклеенного слоями, идущими перпендикулярно друг другу, подобно тому, как устраиваются рейсбретты. На стороне, обращенной к об'ективу, натягивается обычным способом чертежная бумага. Не надо позабыть предварительно ее хорошенько смочить водой (с помощью губки).

Экран должен быть по возможности перпендикулярен к трубе. Не мешает сделать его передвижным так, чтобы можно было поставить его на различные расстояния от окуляра; для этого можно сделать концы прутьев у самого экрана параллельными и только ближе к окуляру их согнуть (см. черт. 28).

Определение положений пятен. Перед наблюдением покрывают экран чистым листом белой бумаги, на котором заранее сделан круг определенного диаметра, положим, например, девяти сантиметров. Привинчиваем окуляр с слабым увеличением, чтобы иметь полный диск солнца, и отодвигаем экран настолько, чтобы изображение солнца было как раз равно нашему кругу. При этом перемещаем, конечно, и окуляр, чтобы изображение было вполне ясное и пятна были бы видны с подробностями их строения. После этого приступаем к самым наблюдениям. Передвигая трубу одной рукой так, чтобы солнце постоянно покрывало точно круг, начерченный на экране, мы другой рукой зарисовываем все пятна, которые видны в данный момент на его диске. Операция эта, конечно, далеко не легкая, главным образом, потому, что здесь приходится *делить* свое вни-

мание, не забывая с одной стороны передвигать трубу, а с другой стараясь обрисовывать контур пятна. Нужно много упражнений, чтобы сделать это достаточно скоро и аккуратно. Но раз мы получили рисунок, самый общий, нам остается только отметить на экране направление суточного движения, и тогда мы будем иметь все для определения положения пятен.

В самом деле, положение пятна F (черт. 29) на солнечном диске будет вполне определено, если мы будем знать расстояние CF и угол, который эта линия делает с определенным направлением. Следовательно, если для данного момента направление суточного движения на экране будет CB, которое параллельно FF, то нам нужно будет только отсчитать с помощью транспортира угол FCB и измерить в миллиметрах расстояние CF. Так как диаметр солнца нам известен (90^{mm}), то мы будем иметь возможность выразить расстояние CF в частях радиуса. Что касается определения направления суточного движения, то оно производится таким образом: оставляем трубу неподвижной, тогда изображение солнца будет перемещаться на экране. Отметим два положения одного и того же пятна, по возможности удаленные друг от друга F и F_1. Прямая, соединяющая эти точки, и стрелка определят искомое направление.

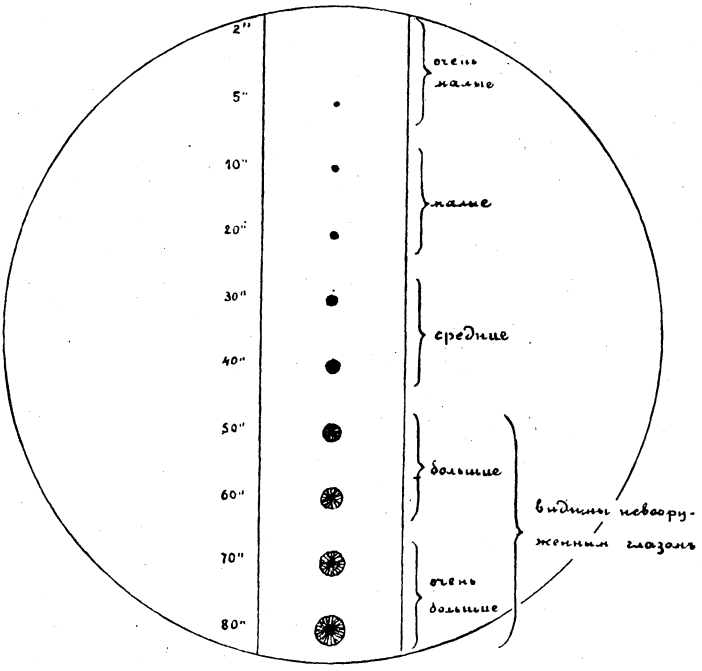


Черт. 29.

Изложенный способ дает довольно точные результаты, если труба имеет параллактическую установку, но читатель может пользоваться им и в других случаях, стараясь только каждый раз окончить наблюдения возможно быстро, чтобы направление суточного движения на экране не успело значительно измениться.

Определение площадей пятен. Когда положения пятен нанесены на бумагу, можно заняться определением их площадей. Для этого проектируем солнце на такой же круг 9-ти сантиметров в диаметре, но не пустой как прежде, а со скалой, состоящей из десяти типов пятен, из которых при каждом указаны и соответствующие размеры в секундах дуги (черт. 30). Направляя то на один, то на другой тип попеременно все наши пятна с их полутенями, мы будем иметь возможность получить сумму площадей всех видимых на диске групп, а также сделать сравнения интересующего нас пятна с размерами земли, запомнив, что последняя на таком же расстоянии, как солнце, казалось бы нам кружком с диаметром в $17''$. Оценка размеров пятна легка, если оно стоит отдельно и имеет приблизительно круглую форму с резкими очертаниями; затруднения встретятся в том случае, если пятно эллиптично, какой-нибудь неправильной формы или если оно сопровождается группой других малых пятен в неопределенных сочетаниях. Нельзя забывать также, что описанный способ измерения площадей пятен дает только приблизительные результаты, так как он

неточен в самой своей основе. Здесь не делается расчета на сферичность солнца. Если, например, мы видим на краю солнца овальное пятно, которого наибольший диаметр 9-го типа, а наименьший равен диаметру 4-го типа, то оно, по всей вероятности, круглое с диаметром в 70″ (стр. 40), так что площадь его должна бы измеряться кружочком № 9, между тем как при нашей оценке его приходится отнести приблизительно к № 5. Только близ центра результаты будут свободны от этого рода ошибок.



Черт. 30. Шкала для оценки площадей солнечных пятен.

Зарисовка деталей. Дальнейшей фазой в наблюдении солнечных пятен может служить изучение деталей тех групп, которые были нанесены на чертеж, представляющий диск солнца, а также открытие мелких пятен и пор (образец на рис. 31). Для этого мы берем увеличение побольше. Но так как атмосферные условия далеко не всегда позволяют пользоваться сравнительно большими увеличениями, то мы должны пробами подобрать наиболее выгодное. Начинаем, конечно, с самого большого, но если окажется, что изображения туманны и размыты, меняем его на более и более слабое, пока не получим ясных изображений, при которых можно разобраться в подробностях.

Прозрачность атмосферы, как мы уже говорили, никогда не остается одинаковой во все время наблюдений. Нужно научиться пользоваться теми короткими моментами, когда ясно видны самые мелкие детали, исчезающие совершенно в другое время.

Вот на темном фоне, покрытом как бы вуалью, сквозь которую видны только общие очертания пятна, вдруг показалась светлая полоска, разделяющая пятно на части, вокруг выступает сложное строение полутени, вот смотрят на вас два глаза — два маленькие пятнышка, разделенные тонкой-тонкой ниточкой, на подобие бинокля, раньше здесь чернелось что-то неопределенное. А вот и новые пятна. Какая их масса, как они мелки. Но прежде чем вы успели все это сообразить, вуаль опять закрыла всю картину и ваше сознание продолжает работать уже только с помощью памяти. Но если вы терпеливы и внимательны, вы опять дождетесь такого момента, опять увидите все подробности разом и исправите, если что-нибудь зарисовали неточно.

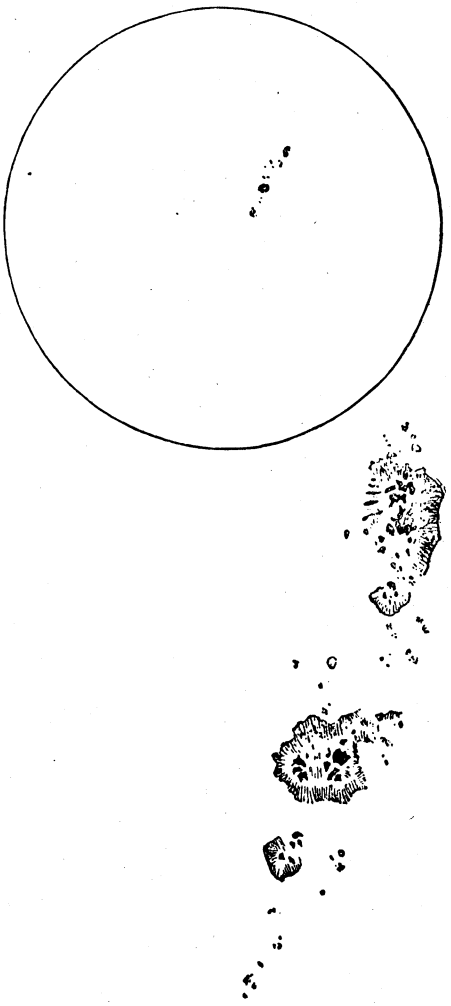


Рис. 31. Группа из 104 пятен, 18 августа 1890 года, которая была видима невооруженным глазом.

Рисунки деталей должны быть сделаны аккуратно, но непременно во время самых наблюдений у трубы. Не надо и слишком мешкать, так как в самом пятне могут происходить быстрые изменения, которые будут мешать нам остановиться на чем-либо определенном. Если есть навык к подобного рода наблюдениям, то при хороших изображениях можно зарисовать вполне точно очень сложную группу пятен менее чем в $^1/_2$ часа. Если позволит время, можно для сравнения посмотреть пятна непосредственно в трубу, не забывая, конечно, что она дает нам изображения перевернутыми. Надо помнить и те предосторожности при пользовании цветными стеклами, на которые мы указывали выше: закрыть часть об'ектива диафрагмой и по временам отводить трубу в сторону от солнечных лучей чтобы воздух внутри ее мог охладиться.

Счет пятен и групп. Когда рисунки деталей закончены, приступают к главной операции — счету пятен, при чем счет ведут уже по

рисункам, а не на экране. Различие по величине пятен при этом *не* делают, — и большое пятно и малое считается одинаково за одно, только *поры* считаются отдельно. Если пятно разделяется мостами на несколько частей, то оно считается за соответственное число пятен, даже небольшие пятна, разделенные светлой полоской на две части на подобие бинокля (явление довольно часто наблюдаемое на диске солнца), считаются за два.

Число *групп* должно быть сосчитано отдельно. Считаем нужным предупредить читателя, что иногда являются большие трудности в разграничении групп, так как часто они следуют друг за другом слишком близко. Никаких точных правил для этого дать нельзя. Но если, например, мы видим в одной большой группе два или три пятна, довольно удаленных друг от друга и ясно группирующих вокруг себя несколько мелких, то есть основание считать такую группу за две, за три (по числу выделяющихся центров), слившихся вместе. Иногда общая полутень, обхватывающая несколько пятен, заметным образом выделяет их в особую группу. Наиболее точное основание мы получим из сравнения наблюдений нескольких соседних дней, так как тогда бывает можно подметить, в какой последовательности образовались группы одна за другой. Вообще главным критерием принадлежности нескольких пятен к одной группе являются видимые признаки их общего происхождения.

Построение годовой диаграммы. В конце года каждый наблюдатель может построить диаграмму солнечных пятен, наблюденных им самим. Для этой цели берут лист разграфленной клетками бумаги и откладывают по горизонтальному направлению время, а в вышину число пятен. Так, если, например, у нас площадь клетки равна одному квадратному миллиметру, то удобно считать 1^{mm} по горизонтальному направлению за один день, а 1^{mm} в вышину за два пятна. Вертикальную линию, указывающую число пятен, лучше сделать *пунктирной*, если сумма общей площади для этого дня менее 2,5 по шкале; *полной*, когда она заключается между 2,5 и 5; и *жирной*, когда она превосходит 5. Если в данный день совсем не было пятен, тогда над соответственным миллиметром не ставим никакого перпендикуляра; если небо было закрыто или почему-либо другому наблюдения не состоялись, сделаем отметку красными чернилами.

Наблюдение факелов. Что касается систематических наблюдений факелов, то для любителя они не имеют большого значения, так как факелы являются лишь близ самого края солнечного диска, но, наблюдая пятна, можно для себя попутно отмечать и число факелов, выработав для оценки площади, покрытой ими, условную скалу. Если в какой-либо день наблюдений факелов совсем не было видно, поставим 0, если их было очень мало, то 1; если немного, то 2; среднее число — 3; когда их больше — 4; когда очень много — 5 и 6, когда факелов исключительно много. Практика поможет наблюдателю выяснить значения этих баллов.

Результаты наблюдений выгодно записать на одном листе хотя бы по следующему образцу:

СОЛНЕЧНЫЕ ПЯТНА

в 192 г.

Наблюдатель _____

Инструмент _____ Увеличение _____

1 Январь	2 Час: *у*—утра *в*—вечера	3 Число групп	4 Число пятен	5 Площад пятен	6 Число пор	7 Факелы		8 Изображения	9 Замечания
						Зап.	Вост.		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

В 1-м столбце этой таблицы пишем месяц и число, во 2-м — час, при чем если пятен не было или если их было так мало, что все наблюдение продолжалось несколько минут, тогда нужно указать только один момент; в других случаях нужно отметить, когда наблюдение началось, когда оно кончилось.

В столбцах 3-м, 4-м и 5-м — число групп, число пятен и сумма их площадей, как об'яснено выше; в 6-м — число пор. В столбце 7-м можно сделать общие отметки о факелах; в 8-м даем характеристику изображений: очень ясно, ясно, довольно ясно, трудно наблюдать, сомнительно и пр. Наконец, в 9-м пишем различные замечания, касающиеся, между прочим, видимости пятен простым глазом (конечно, сквозь закопченое стекло) или в бинокль, их распределения на солнечном диске, их формы, траекторий и пр. В дни без пятен пространства в столбцах 2-м, 3-м, 4-м и 5-м остаются *пустыми*, а в дни, когда не было наблюдений, их лучше затушевать.

В конце года лучше сделать еще общее обозрение по месяцам в форме:

192 г.	Дни без пятен	Дни с пятнами	Число групп	Число пятен.	Площадь пятен	Число пор	Факелы		Дни наблюдений
							Зап.	Вост.	
Январь									
Февраль									
Март									
Апрель									
Май									
Июнь									
Июль									
Август									
Сентябрь									
Октябрь									
Ноябрь									
Декабрь									
Итого:									

Инструмент и увеличения.
Общие замечания наблюдателя.

Инструкция, изложенная нами, выработана в главных частях Французским Астрономическим Обществом и имеет целью сделать солнечные наблюдения более однообразными и сравнимыми. Конечно, эта цель может быть выполнена только приближенно, так как способность различать пятна на солнечном диске, их зарисовка, счет, а особенно оценка их поверхности, когда они малы и не могут быть измерены, слишком различны у различных наблюдателей, тем не менее, при старательном выполнении метода расхождения сводятся к возможному minimum'у.

Можно еще посоветовать наблюдателям, пожелающим заняться статистикой солнечных пятен, наблюдать, насколько окажется возможным, каждый день в один и тот же час, как это мы говорили выше.

Наконец, тем лицам, которые располагают лучшими наблюдательными средствами и желают познакомиться также с более точными способами наблюдений, равно как и их обработкой, укажем на статью *проф. Г. Левицкого*: «О наблюдениях солнечных пятен. Способы наблюдений и вычислений». Изв. Русского Астроном. Общ. Вып. V. Март (1896 года), а также статью С. М. Селиванова: «Определения положения солнечных пятен». Изв. Русского Общества Любителей Мироведения. Т. VII. (1918 март), стр. 15.

ГЛАВА IV.

Планеты.

Видимые движения планет. — Прохождения Меркурия и Венеры по диску солнца.

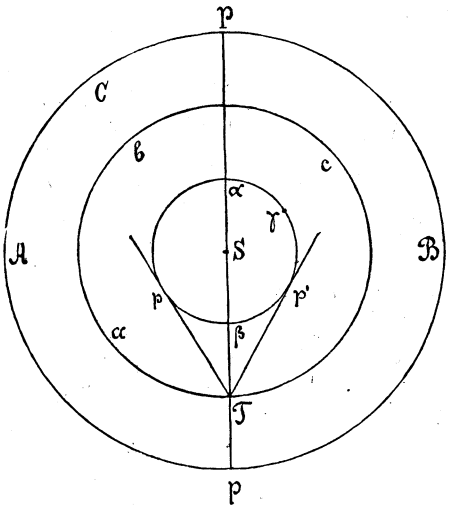
Наблюдения над планетами могут быть двух родов. С одной стороны можно следить за их движениями, с другой интересно также исследовать их поверхность, подметить все ее особенности.

Займемся сначала движениями планет.

Планеты резко делятся на две группы: *нижние* и *верхние*.

К первым принадлежат Меркурий и Венера, ко второй остальные, т. е. Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Главная особенность нижних планет та, что они никогда не удаляются от солнца дальше известного предела: Венера — 48°, а Меркурий — 29°, а потому они могут быть видимы или немного времени после заката солнца, или незадолго перед его восходом. Венера поэтому еще в древности получила название «*Вечерней*» и «*Утренней*» звезды.



Черт. 32.

Это обстоятельство происходит оттого, что орбиты Меркурия и Венеры находятся внутри земной орбиты.

Пусть круг (черт. 32) $a\,b\,c$ — земная орбита, а круг $\alpha\,\beta\,\gamma$ — орбита нижней планеты, S — солнце.

Ясно, что для наблюдателя с земли T планета не может удалиться от S дальше, как на углы STp и STp', при чем Tp и Tp' — касательные к орбите нижней планеты из T.

Совсем другое дело для верхней планеты, орбита которой *ABC* вне орбиты земли.

Верхняя планета может быть во всевозможных расстояниях от солнца и даже в противоположном от него направлении — в точке *P'*. Это — так называемое *противостояние* планеты. В это время планета проходит через меридиан наблюдателя ровно в 12 часов ночи.

Для нижних планет противостояний не бывает.

Положения внутренней (нижней) планеты α и β называются соединениями: первое — *верхним*, второе — *нижним*. Для внешних (верхних) планет нижнего соединения быть не может — вместо него противостояние.

Когда планета близ солнца, она тонет в его лучах и становится невидимой для нас.

Будем следить за Венерой.

Положим, что после периода невидимости мы увидали ее на западе тотчас после захождения солнца. В этом случае Венера с каждым днем будет уходить от солнца все дальше и дальше к востоку. Ее перемещения мы легко заметим, наблюдая соседние звезды.

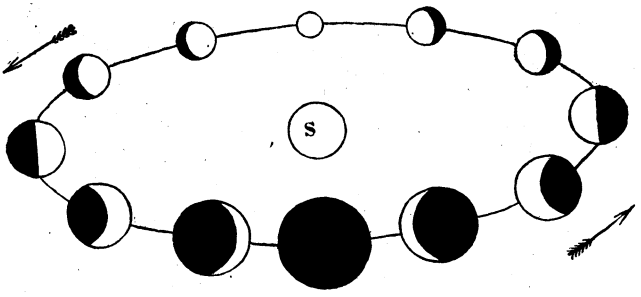


Рис. 33.

Потом движения Венеры замедляются. Она останавливается и наконец поворачивает назад, идет навстречу к солнцу, приближается к нему, скрывается в его лучах, а через некоторое время появляется вновь, но уже на востоке, — как *утренняя* звезда, перед восходом солнца.

Вид Венеры, если рассматривать ее при этом в трубу, тоже изменяется.

Сначала она представлялась в виде маленького кружка (10″ в диаметре), почти совершенно полного. Потом диаметр кружочка увеличивается, увеличивается и ущерб.

Часть диска Венеры, противоположная солнцу (в астрономической трубе, следовательно, правая), скрывается все более и более.

В то время, когда Венера находится в наибольшем удалении от солнца (положения *p* и *p'*, черт. 32), видно как раз $^1/_2$ диска.

Близ солнца Венера представляется нам в виде узкого серпа, с диаметром более чем в 60″.

Ясно, что Венера ходит около солнца.

Она вышла из-за него и, огибая по своей орбите, приближается к нам (черт. 33).

На востоке явление обратное.

Венера обращается около солнца в 225 дней, но вследствие комбинации ее движения с движением земли одноименные фазы планеты,

например нижние соединения, следуют одна за другой в среднем только через 584 дня.

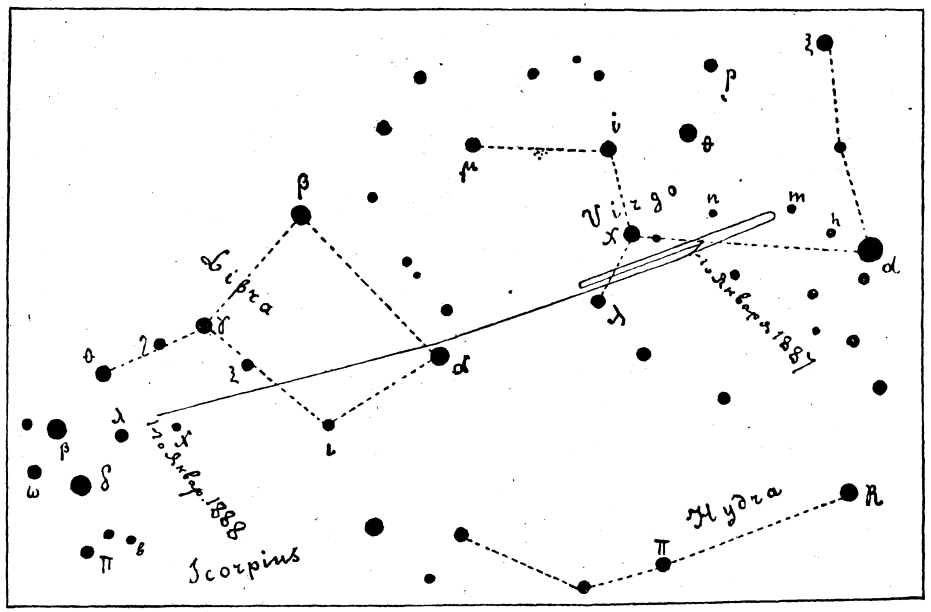
542 дня Венера идет относительно звезд прямым движением и 42 — попятным.

Так же, как Венера, движется и Меркурий, но следить за ним неудобно, потому что он почти совсем не выходит из лучей солнца.

В движениях верхних планет разобраться труднее.

Будем наносить положения Юпитера на звездную карту и посмотрим, как он движется.

После периода невидимости мы заметим Юпитера на востоке рано утром перед восходом солнца.



Черт. 34.

В это время Юпитер подвигается относительно соседних звезд к востоку, т. е. в ту сторону, куда и солнце, но очень медленно.

Он отстает от солнца все более и более. Но чем более становится угловое расстояние между солнцем и Юпитером, тем меньше Юпитер перемещается относительно звезд. Близ того момента, когда угол между направлениями от земли к планете и от земли к солнцу сделается = 90°, когда планета находится, как говорят, в квадратуре, она останавливается. Потом она начинает перемещаться относительно звезд попятным движением, т. е. пойдет к западу — сначала медленно, потом быстрее.

После противостояния попятное движение уменьшается. Юпитер идет все медленнее и медленнее, останавливается и потом снова поворачивает на восток.

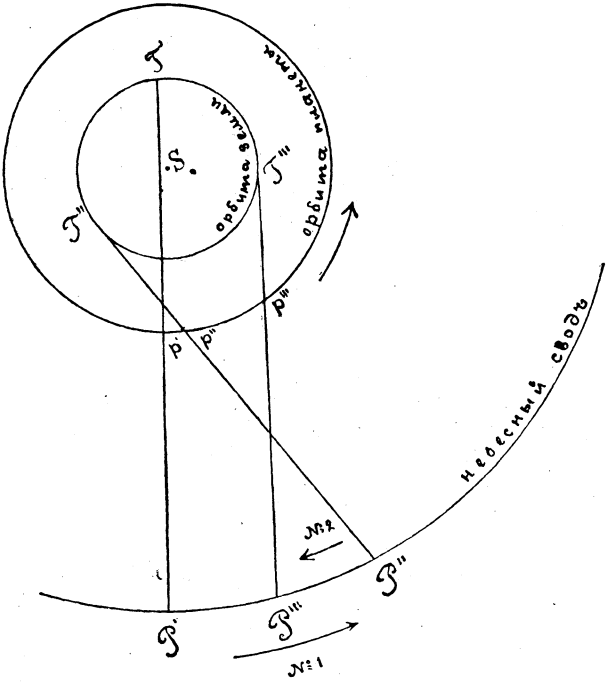
За год Юпитер вычертит таким образом между звездами узел.

На следующий год он завяжет такой же приблизительно узел, но в другой части неба — несколько восточнее, на третий год — еще дальше.

Через 11 слишком лет Юпитер обойдет все небо и возвратится к первому своему положению, завяжет 11 узлов. Чертеж 34-й представляет нам узел, который был вычерчен Юпитером на небе в 1887 году.

Противостояния Юпитера следуют друг за другом через 399 дней; 278 дней Юпитер идет прямым движением, 121 день — попятным.

Точно так же движутся и другие верхние планеты.



Черт. 35.

Сатурн обойдет небо в $29^1/_2$ лет и сделает приблизительно 29 узлов.

У Марса узел велик. Он не кончит его и в один год.

Долго не мог человек разобраться в этих запутанных движениях планет. Для их об'яснения была придумана Птоломеем сложная система эксцентрических кругов — *эпициклов*. А между тем это есть простое следствие движения земли.

Юпитер, Сатурн и всякая другая верхняя планета ходит вокруг солнца совершенно так же, как и нижняя, как сама земля.

Когда земля в T', мы видим планету по направлению $T'p'$ и проектируем ее на сферу небесную в точку P' (черт. 35-й).

Пусть в то время, когда земля переместится из T' в T''', планета передвинется из p' в p''. Мы будем ее видеть теперь по направлению $T''p''$ в точке P'' небесной сферы. Планета передвинулась между звездами по направлению, указанному стрелкой № 1-й.

Из T'''' мы увидим планету по направлению $T''''p''''$ в точке P'''' Планета как бы повернулась и идет по стрелке № 2, хотя, на самом-то деле, в своем движении вокруг солнца она идет все по тому же направлению, как и прежде.

Прямые и обратные движения планет с их остановками, замедлениями и ускорениями весьма интересны. Мы рекомендуем их для наблюдений читателю.

По мере приближения планеты к противостоянию, яркость ее воз-

растает, потом уменьшается опять. В момент противостояния планета всего ближе к нам, как видно из чертежа 32-го.

Нижняя планета находится в наиболее близком от нас расстоянии в момент нижнего соединения, но тогда она совсем невидна. Maximum ее блеска за несколько дней до этого соединения.

Прохождения Меркурия и Венеры по диску солнца. Если бы орбиты Меркурия и Венеры совпадали бы с орбитой земли, то при всяком их нижнем соединении мы видели бы их на диске солнца.

Но орбиты этих планет наклонены к земной орбите и поэтому во время соединений Меркурий и Венера проходят обыкновенно выше или ниже солнца.

Только в некоторых случаях, когда в момент нижнего соединения планеты с солнцем земля находится приблизительно на линии пересечения плоскости ее орбиты с плоскостью орбиты планетной, мы будем наблюдать *прохождение планеты по диску солнца.*

Явления эти очень интересны.

Прохождения Венеры особенно важны для определения расстояния солнца от нас. Ради этих наблюдений астрономы предпринимали даже далекие и дорогие экспедиции в те места, где было видно явление, тем более, что они случаются не слишком часто.

Прохождения Венеры следуют друг за другом периодически через 8 и 100 (слишком) лет.

Ближайшие прохождения были в 1874 и в 1882 году, теперь надо ждать в 2004 году и в 2012.

Прохождения Меркурия случаются чаще.

Ближайшие следующие приходятся на

1924 год Мая 8-го,
1927 » Ноября 9-го,
и т. д.

ГЛАВА V.

Меркурий.

О *Меркурии* нам придется сказать немного. Эта планета наименее удобна для наблюдений. Она тонет в лучах солнца и даже во время наибольшего удаления от солнца заходит вскоре за ним.

Только в редких случаях, при особенно благоприятных обстоятельствах, она становится видима невооруженным глазом, но всегда, конечно, низко на горизонте.

Самое бо́льшее, сколько заход Меркурия запаздывает против солнечного, это два часа.

В тех странах, где горизонт чист и ненасыщен парами, Меркурий бывает иногда очень ярок.

Выгоднее наблюдать Меркурия днем, но для любителя, не имеющего трубы с параллактической монтировкой и кругами, это почти невозможно. Такого рода наблюдения требуют слишком много старания и от астронома-специалиста, имеющего все необходимые приспособления.

Трудно найти планету. Немного на ней и увидишь.

Только зоркий глаз Скиапарелли при прекрасном миланском небе мог различить на ней полосы и пятна, по которым он и заключил, что она всегда обращена к солнцу одной и той же стороной и вращается следовательно около своей оси ровно во столько же времени, во сколько обходит вокруг солнца по своей орбите.

Меркурия нужно искать, сообразуясь с указаниями астрономического календаря.

Надо выбрать момент, когда он наиболее удален от солнца и имеет, по возможности, большое северное склонение.

Установка трубы должна быть сделана с особенной тщательностью.

Нужно запастись также терпением и не надо смущаться первой неудачей.

Из особенностей, которыми отличается поверхность Меркурия, мы укажем только на фазы, аналогичные фазам Луны.

Видимый диаметр Меркурия изменяется от 4″ до 12″, сообразно с расстоянием его от нас.

Меркурий обращается около солнца в 88 дней.

Одноименные же фазы его следуют одна за другой в среднем через 116 дней.

ГЛАВА VI.

Венера.

Наблюдения Венеры днем. — Фазы, пепельный свет, атмосфера, фиктивный спутник. — Таблица главнейших фаз.

Венера гораздо доступнее Меркурия для наблюдений.

Вечером после заката солнца на западе или утром перед его восходом на востоке ее часто можно найти простым глазом, а иногда она буквально *царит* над всем небом, превосходя своей красотой и блеском даже величавого Юпитера.

Венера воспета поэтами как «вечерняя и утренняя» звезда.

Близость Венеры к солнцу (maximum расстояния — 48°), ее необыкновенная красота и яркость — вот признаки, по которым ее легко отличить от звезд и Юпитера.

Венера иногда бывает настолько ярка, что ее можно видеть даже *днем* — если знать, где надо искать ее — и не только в трубу, но и невооруженным глазом.

Если, например, поставить на Венеру трубу по кругам (см. стр. 16-я) и посмотреть потом *вдоль по трубе*, то часто хороший глаз увидит ее в виде яркой белой точки на голубом чистом фоне.

Невооруженным глазом Венеру легче найти, если расположиться в тени дома или какой-нибудь стены — как известно, со дна глубокого колодца видны звезды и днем.

Предупреждаем, впрочем, что в трубу мы увидим Венеру днем только в том случае, если окуляр поставлен у нас *точно* по глазу, так что прежде чем искать Венеру, надо проверить всякий раз установку окуляра по отдаленному земному предмету.

Сначала лучше взять самое слабое увеличение.

Потом, когда найдем Венеру, мы приведем ее точно на середину поля, *быстро* привинтим окуляр с большим увеличением, и, *зная наперед*, в какую сторону подвигать окулярную часть, поставим его по глазу, пока Венера еще не вышла из поля.

Наблюдение Венеры днем, при полном солнечном блеске, весьма эффектно.

Но несмотря на то, что Венеру, благодаря ее яркости, так легко найти на небе почти во всякое время, — на ней самой *нельзя* ничего разглядеть.

До сих пор не знают даже, как она вращается — в 24 часа или в 225 дней.

На ее диске не видно ни одного пятна, ни одной неровности, которая помогла бы нам в этом. Наблюдали, правда, несколько раз зазубрины на ее серпе, притупление рога, неясные пятна на поверхности, но все эти наблюдения сомнительны, а часто просто оказывались оптическим обманом.

Иногда различные особенности, найденные на диске Венеры при наблюдениях с малой трубой, исчезают совершенно в большой трубе.

Наиболее достоверны наблюдения белых пятен на краях серпа Венеры, которые обусловливаются, вероятно, полярными снегами на ее поверхности.

Пятна эти имеют сходство с полярными снегами Марса.

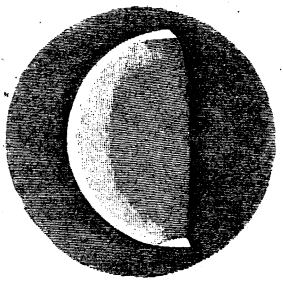


Рис. 36. 1 февраля 1881.

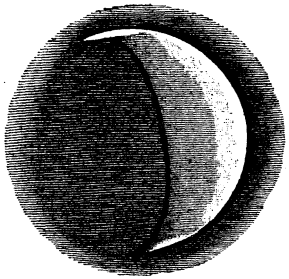


Рис. 37. 12 января 1883.

Иногда обращают на себя внимание неправильности в контуре серпа Венеры.

Контур этот непостоянен и совершенно отличен от того, который должен бы быть, если бы поверхность Венеры была точно сферой.

Наблюдения контура при различных фазах важны для выяснения формы поверхности Венеры.

Прилагаем для иллюстрации два рисунка наблюдателя Trouvelot (рис. 36 и 37).

Обыкновенно поверхность Венеры совершенно ровная, безъ какихлибо особенностей.

Изображения Венеры всегда размытые и неясные. Она не выдерживает сильных увеличений.

Выгоднее наблюдать Венеру *днем*. Необыкновенная яркость вечером затрудняет исследования поверхности, тем более, что вечером Венера всегда и невысоко над горизонтом.

Фазы Венеры можно заметить уже в трубу диаметра 50^{mm}—60^{mm}.

Особенно любопытно видеть узкий серпик ее. Случалось наблюдать при этом загадочное явление. Остальная часть поверхности также была видна, освещенная слабым матовым светом — полная аналогия с так называемым *пепельным* светом на Луне. Klein рекомендует при иссле-

довании этого явления уводить серп планеты за непрозрачную *ширму*, расположенную в фокусе окуляра (см. стр. 32-я), чтобы глаз не раздражался ярким светом. Некоторые наблюдатели утверждают, что фазы Венеры не согласуются с вычислениями. Так, например, деление диска *пополам* не совпадает с моментами наибольших удалений планеты от солнца. По наблюдениям Беера и Медлера, разница доходит до 6 дней. По наблюдениям Trouvelot, ровно половина диска видна при восточной элонгации на 4—8 дней раньше, а при западной на 6—11 позднее.

Венера покрыта густой атмосферой. Поэтому-то мы и не можем различить на ее поверхности никаких особенностей. В присутствии атмосферы убеждались несколько раз непосредственно при прохождении Венеры по диску солнца. В то время, как половина Венеры взошла на солнце, контур другой половины можно было проследить в виде светлого полукруга вне солнечного диска. В 1874 году многие наблюдатели видели вокруг Венеры, когда она вступила на диск солнца, светлое кольцо.

Замечали также, что рога серпа Венеры близ нижнего соединения простираются дальше, чем следовало. По этому удлинению рогов можно было даже вычислить горизонтальную рефракцию атмосферы на Венере.

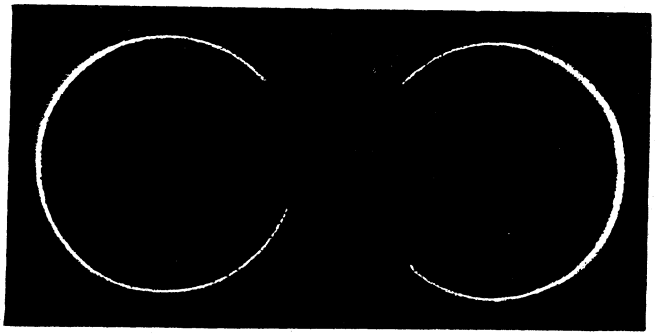


Рис. 38. Вид Венеры во время нижнего соединения 20 и 24 ноября 1890 г.

Прилагаем два рисунка Barnard'а во время нижнего соединения Венеры в 1890 году. На первом из них светлый серп обнимает 270°, а на втором даже 340° (рис. 38).

Для такого рода наблюдений надо выбирать нижние соединения Венеры с солнцем. Это случается через каждые 8 лет. В 1874 и 1882 году Венера проходила даже по диску солнца, в 1890 она была близка к нему.

Благодаря атмосфере, переход от освещенного серпа к темной части поверхности на Венере происходит постепенно. Сумерки на Венере видны *ясно*. Внутренняя сторона серпа всегда размыта и уменьшается в блеске *постепенно*.

Яркость Венеры изменяется с ее расстоянием от земли. Maximum яркости бывает незадолго (за 36 дней) до нижнего соединения, несмотря даже на то, что в это время она представляется нам не особенно широким серпом. Близ maximum'а яркость Венеры бывает настолько велика, что предметы, освещенные ею, отбрасывают тень. Особенно это заметно в темной комнате, куда могут попасть лучи Венеры. На светлых обоях легко тогда заметить очертание предметов, стоящих на пути лучей.

На рис. 39-м мы имеем относительную величину главных фаз Венеры.

Близ верхнего соединения Венера представляется нам небольшим кружочком, 10″ в диаметре, в квадратуре мы видим половину диска значительно бо́льшего диаметра, в момент наибольшей яркости диаметр достигает 40″, причем освещена только $^1/_4$ диска около (10″), в наиболее близком от нас расстоянии, близ нижнего соединения, Венера является узким серпом круга, диаметр которого равняется 62 секундам.

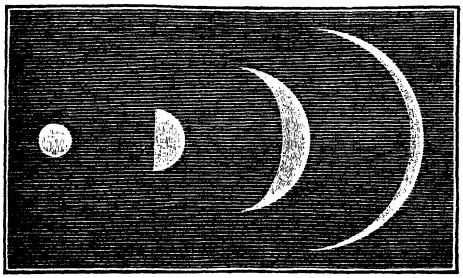


Рис. 39.

Прежде думали, что Венера имеет спутника. Некоторые наблюдатели утверждали, что им удалось видеть его, рассмотреть форму и установить его положение относительно Венеры.

Но в настоящее время никаких новых, более надежных подтверждений нет. Вероятно, прежние наблюдения были просто оптический обман вследствие несовершенства труб или особого состояния атмосферы (род миража), когда рядом с ярким предметом появляется в воздухе его изображение.

ГЛАВА VII.

Марс.

Ареография. — Противостояния Марса, диаметр, полярные пятна, фазы, атмосфера. — Предосторожности при наблюдениях.

Горькое разочарование ждет наблюдателя, ожидающего увидеть на Марсе все те диковинки, которые открыты на нем в последнее время, — его материки, моря, заливы, острова, каналы, их двоение, периодическую смену цветных тонов и прочие мелкие детали, подавшие повод к смелым, фантастическим предположениям о жизни на Марсе и даже об его обитаемости *разумными* существами.

Ничего такого наблюдатель не увидит.

Марс капризен и во всяком случае мало доступен для наблюдений при обыкновенных условиях.

Для успеха нужны лучшие оптические средства, самая прозрачная спокойная атмосфера, наиболее удобное положение планеты, многолетнее упражнение наблюдателя и различные уловки при наблюдениях.

Сам Скиапарелли, которому мы, главным образом, обязаны сведениями о Марсе, вначале ничего почти не видел на нем, несмотря на самое благоприятное положение Марса и прекрасные атмосферные условия.

Только после долгого, терпеливого, систематического *всматривания* он стал различать на поверхности Марса пятна, собирая которые одно за другим, проверяя и отожествляя с прежними наблюдениями — своими и чужими — он и составил свои в высшей степени подробные *ареографические*[1]) карты.

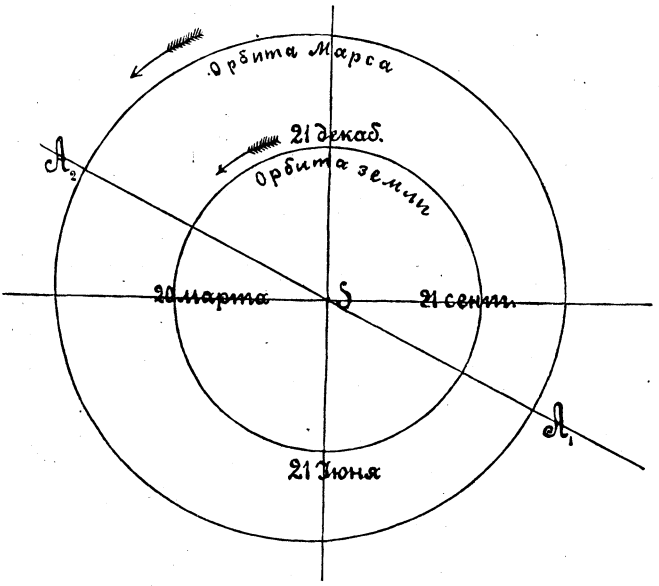
Но и он никогда не видел всех подробностей на поверхности Марса *сразу*, несмотря на то, что за многолетний ряд наблюдений успел познакомиться с нею настолько, что знает ее, как признается сам, много лучше поверхности земного глобуса.

Наблюдения над Марсом возможны близ моментов его *противостояний*.

[1]) Марс — бог войны; по-гречески — Ἄρης.

Противостояния следуют друг за другом приблизительно через два года (в среднем через 780 дней), но не все они одинаково благоприятны. Это зависит от большого сравнительно эксцентриситета орбиты Марса, вследствие чего он бывает во время своих противостояний на различных расстояниях от земли.

Черт. 40 представляет нам относительное расположение орбит Марса и земли. Линии $A_1 A_2$ — большая ось орбиты Марса. Если противостояние случается близ SA_1, то расстояние Марса от Земли бывает 55—56 миллионов верст, тогда как во время противостояния близ SA_2 оно почти вдвое более (до 100 миллионов верст).



Черт. 40.

Наиболее выгодные противостояния следуют друг за другом только через 15—17 лет. Это есть целый цикл, в котором последовательно повторяются почти одни и те же положения Марса относительно земли.

В 1877 году Марс был особенно к нам близок, почти также близко подходил он и в 1892 и 1909 году.

Ближайшее следующее наиболее благоприятное из всех возможных противостояний приходятся на 1924 год. При этом Марс будет даже ближе к Земле и несколько ярче, чем в 1877 году.

Внешний признак так называемых великих противостояний тот, что они случаются в августе и сентябре. Это видно из черт. 40-го. Земля проходит через ту точку, которая всего ближе к орбите Марса, 27-го августа нового стиля.

В зависимости от расстояний и видимый диаметр Марса во время противостояний различен.

Вот таблица минимальных расстояний Марса от Земли и его диаметров во время противостояний одного цикла:

		Минимальное расстояние, если радиус земной орбиты принят = 1.	Диаметр.
1877.	24 августа (стар. ст.)	0,3767	24,″8
1879.	31 октября	0,4824	19,1
1881.	14 декабря	0,6028	15,5
1884.	19 января	0,6691	13,9
1886.	22 февраля	0,6699	14,0
1888.	30 марта	0,6050	15,4
1890.	15 мая	0,4849	19,1
1892.	23 июля	0,3773	24,8

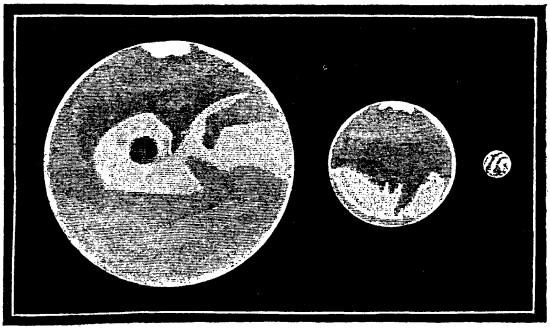
Во время противостояния 1924, авг. 23 расстояние Марса от Земли будет 0,3728, его диаметр 25,″1, яркость наибольшая.

Что касается изменения видимого диаметра Марса, равно как и его расстояния от земли, по мере приближения к противостоянию, то об этом мы можем приблизительно судить по следующему примеру, имевшему место в 1892 году:

	Расстояние от земли, если радиус земной орбиты = 1.	Диаметр.
22 апреля (стар. ст.)	0,84172	11,″1
23 мая	0,61455	15,2
22 июня	0,45073	20,8
23 июля	0,37766	24,8
23 августа	0,43177	21,7
22 сентября	0,57412	16,3
23 октября	0,77493	12,1

Диаметр Марса вообще колеблется в больших пределах от 3″ до 25″.

На рисунке 41-м мы имеем относительные размеры диска Марса в различных условиях. Левый рисунок соответствует моменту наиболее благоприятного противостояния, правый — соединению, когда Марс за солнцем. В этом положении мы, впрочем, никогда Марса не наблюдаем. В середине величина Марса для среднего расстояния.



Черт. 41.

Признать Марса между звездами легко по его интенсивно красному цвету и быстрым перемещениям.

Близ противостояния он горит ярче звезд первой величины.

В трубе Марс является небольшим диском совершенно почти ровного, красноватого цвета. Только близ полюсов видны круглые белые пятна — это полярные снега, которые увеличиваются и уменьшаются в зависимости от положений солнца, обусловливающих времена года на Марсе. Пятна эти не находятся на концах одного диаметра и не совпадают (по крайней мере южное) точно с полюсами, хотя в момент своего наибольшего развития и задевают их.

На земле, как известно, имеет место аналогичный факт — полюс холода не совпадает с географическим полюсом.

Обыкновенно видно одно *южное* пятно да и вообще вся южная полусфера для нас более доступна. Северная обращена к нам тогда, когда Марс далеко. Полярное пятно представляется несколько выдавшимся над диском в роде шапочки. Но это явление только кажущееся вследствие контраста светлого и темного тонов, подобно тому, как светлый рог Луны в то время, как на ней виден *пепельный* свет, кажется большего диаметра, чем темная часть. (Явление иррадиации.)

Иногда диск Марса не совсем полный, а представляется в виде неправильного овала (рис. 42). Марс имеет фазы. Эти фазы не так велики, как у Венеры. Скрывается maximum $^1/_7$ диаметра.

При особенно благоприятных обстоятельствах можно видеть некоторые темные пятна: как, например, Lacus Solis, Mare Cimmerium, Mare Australe и пр.

Марс окружен атмосферой. Изменчивая отчетливость темных пятен, исчезновение их на краях диска[1]), несравненно бо́льшее число подробностей в той части поверхности, в которой стоит лето, снежный покров, широко разрастающийся зимою к экваториальным странам, — все это свидетельствует о несомненном ее существовании.

Марс имеет двух спутников: Phobos и Deimos, но они так малы, что могут быть видимы только в могущественные телескопы при хороших атмосферных условиях.

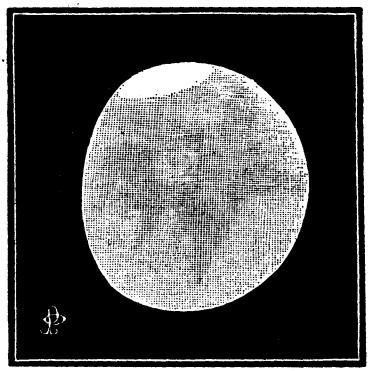


Рис. 42. Марс 29 мая 1892 года в 2 часа 40 мин. утра по наблюдениям Quenisset.

Для наблюдений Марса необходим непременно *прекрасный* об'ектив.

Особенно нужно рекомендовать об'ективы мюнхенской работы, которые шлифуются так, что вокруг светлого предмета является *голубой* ореол. Марс посылает мало голубых лучей, и неполная их ахроматизация большой беды не составляет. А Скиапарелли задерживал их еще при помощи слабого оранжевого стекла, которое он навинчивал на окуляр.

Наоборот, те об'ективы, которые не дают ореола или дают красный и зеленый, совсем не годятся.

Размеры инструмента имеют второстепенное значение, но в общем случае для того, чтобы разглядеть *что-нибудь* на Марсе, нужна труба не менее 4-х дюймов[2]). А для специальных исследований может служить только 9-ти дюймовая труба.

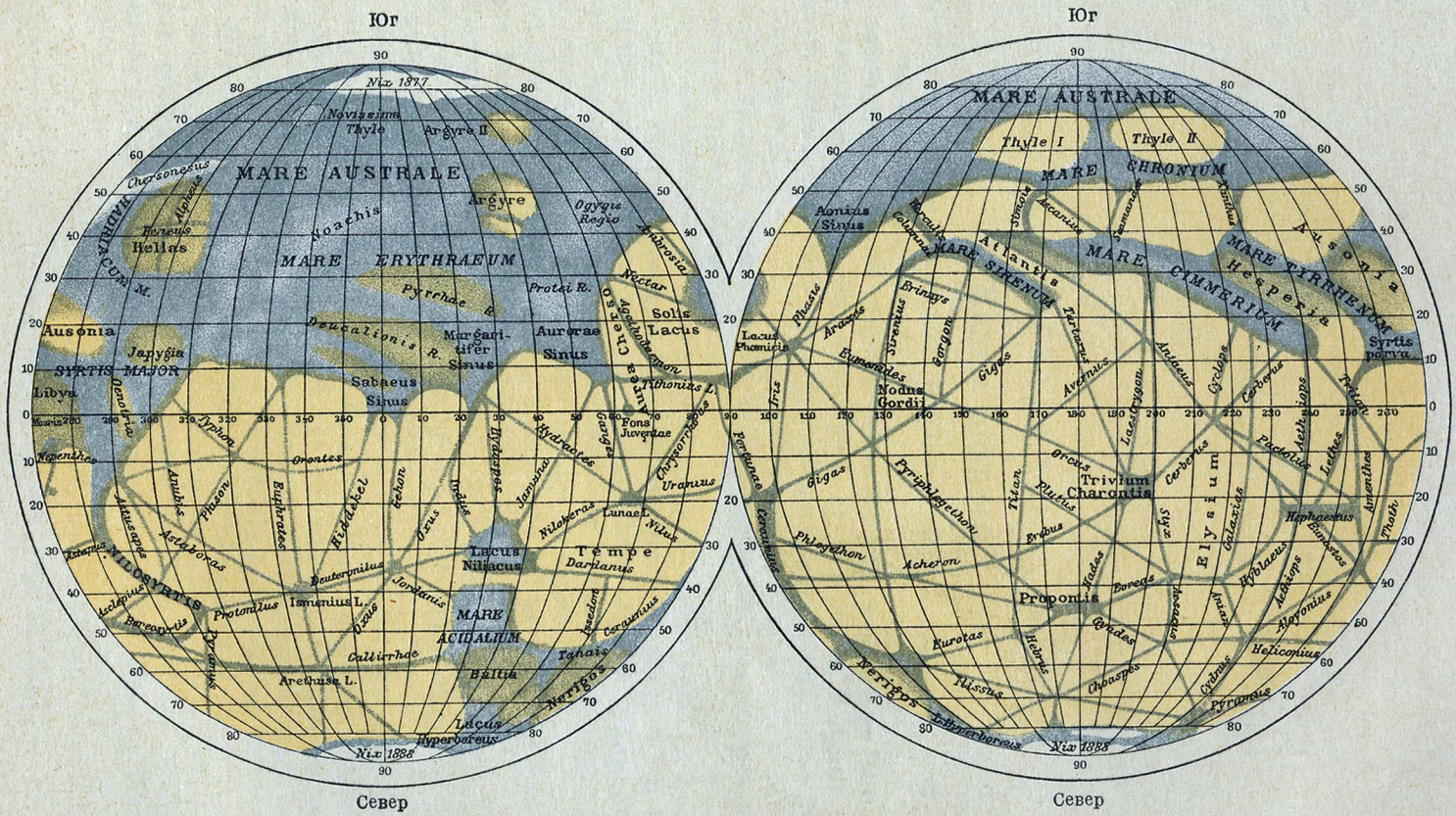
При наблюдении Марса нужно иметь в виду все те предосторожности, обеспечивающие хорошие изображения, о которым мы упоминали в первой главе.

Лучше наблюдать под открытым небом, в сумерки или утром на заре, если только в это время Марс достаточно высоко над горизонтом.

Часто в большие телескопы и при хороших атмосферных условиях на Марсе нельзя различить тех подробностей, которые в другое время видны в малую, сравнительно, трубу. Причину этого надо искать в атмосфере самого Марса, ее облаках и туманах, хотя, впрочем, непосредственно эти образования наблюдаются очень редко.

[1]) Ср. стр. 42 и 69.

[2]) Профессору С. Н. Блажко случилось видеть моря Марса в трубу Рейнфельдера в 75^{mm} диаметром при увеличении в 210 раз.



КАРТА МАРСА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ СКИАПАРЕЛЛИ В 1877—1888 Г.

ГЛАВА VIII.

Малые планеты.

Между Марсом и Юпитером широким поясом движется рой малых планет, так-называемых *астероидов*.

В настоящее время их открыто около тысячи, и почти всякий новый номер Astronomischer Nachrichten приносит все новые и новые имена.

Число астероидов, надо думать, громадно, но все они очень малы и слабы по блеску.

Следить за ними можно только в большие трубы, и при этом необходима точная карта мелких звезд.

При обыкновенных средствах любителя, возможны только наблюдения двух планет: Весты и Цереры, которые являются звездами 6,5 и 7,4 величины при среднем расстоянии от солнца. Зная по эфемеридам, которые найдем в Nautical Almanac[1]), положения их в момент противостояний, можно проследить их перемещения между звездами.

При подробной карте звезд до 9-й величины можно также отыскать при помощи Berliner Astronomisches Jahrbuch:

Палладу 8,0 вел., Ириду 8,4, Гебу 8,5, Евмонию 8,6, Юнону 8,7, Флору 8,9, Метиду 8,9, Амфитриду 9,0 и др., но наблюдения эти во всяком случае не имеют большого значения.

В 1898 году была открыта планета — Эрот, орбита которой лишь на половину выходит из пределов орбиты Марса, другая же половина ее лежит между орбитами Марса и Земли. Когда противостояния планеты случаются в этой последней части орбиты, ее расстояние от земли сравнительно невелико, и яркость больше. Наиболее выгодные противостояния, когда Эрот является для нас звездой 6—7 величины, следуют друг за другом через 30 лет. Последнее такое противостояние было в 1893—1894 году.

Эрот замечателен еще тем, что блеск его периодически изменяется. Изменение яркости достигает двух звездных величин. Период колебания $2^1/_2$ часа.

---

[1]) Некоторые указания найдем также в Русском Астр. Календаре.

ГЛАВА IX.

Юпитер.

Общий вид Юпитера в трубу, атмосфера, вращение Юпитера, красное пятно. — Спутники Юпитера, их затмения, прохождения по диску планеты, захождения за корпус Юпитера, прохождения тени по диску, изменения яркости спутников.

Найти на небе Юпитера нетрудно. Мы узнаем его по чрезвычайно яркому желтоватому блеску — ровному и спокойному, без мерцания.

Юпитер резко выделяется между звездами. Он *горит* на небе — особенно близ противостояния. По красоте и яркости он уступает только Венере.

Противостояния Юпитера следуют одно за другим в среднем через 399 дней, так что запаздывают каждый год приблизительно на месяц.

Юпитер — весьма удобный об'ект наблюдений. Каждый год мы можем, даже не утруждая себя поздними часами, наблюдать его, по крайней мере, впродолжение 4-х месяцев — месяц до противостояния и три после. И наблюдения эти весьма интересны и занимательны, благодаря массе подробностей, которые мы увидим на его поверхности.

Юпитер является в трубе довольно значительным диском, слегка сплюснутым, что обусловливается, конечно, вращением вокруг оси.

Сплюснутость довольно легко заметить, и, раз это удалось, она будет бросаться прямо в глаза при последующих наблюдениях.

Диаметр Юпитера изменяется с расстоянием в пределах от 30″ до 47″.

Особенное внимание обращают на себя темные полосы, которые тянутся параллельно друг другу поперек диска Юпитера (рис. 43).

Число, очертание и размеры полос в различное время различны, но направление всегда остается постоянным, от востока к западу, в общем случае с некоторым наклоном. Полосы приблизительно параллельны экватору планеты, который с плоскостью орбиты Юпитера, а следовательно и с плоскостью эклиптики, составляет весьма малый угол.

Иногда, как, например, в последние годы, особенно выдаются две экваториальные полосы; из них южная (в трубе верхняя) шире северной.

При хороших изображениях заметны бывают и еще более слабые полосы ближе к полюсам планеты. В другое время является только одна широкая полоса как раз по экватору.

Очертания этих полос волнистые и часто изменяются.

Особенно интересна окраска полос. Они не просто темные, а несколько бурые. Привычный глаз различит также и многие другие оттенки, особенно если смотреть Юпитера в сумерки. Слабые увеличения в этом случае более выгодны.

Наибольшей интенсивности полосы достигают в середине диска. К краям они тускнеют, а иногда и совсем невидны, по крайней мере ближайшие к полюсам.

Причина, конечно, в атмосфере Юпитера.

Благодаря ей, и самый контур диска всегда несколько размыт, хотя бы изображения и были хорошие.

Если случится также когда-нибудь наблюдать покрытие звезды Юпитером, то мы увидим, что она исчезает не мгновенно, как при покрытии Луной, а постепенно, пока не скроется за корпус планеты.

Когда спутник Юпитера проходит перед его диском, то на краю он обыкновенно является светлым пятном, а в середине темным. Это явление также обусловливается присутствием атмосферы.

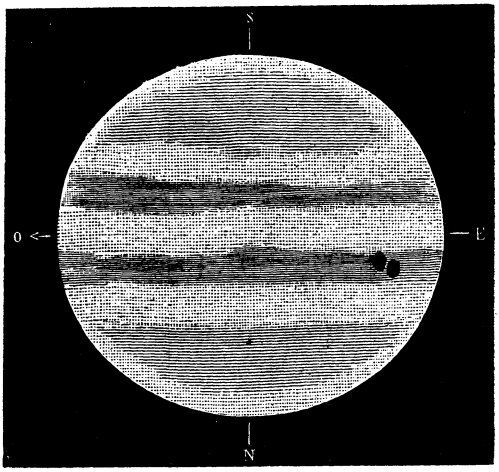


Рис. 43. Двойная тень 1-го спутника на диске Юпитера 12 апреля 1877 (Trouvelot).

Между полосами и на них самих часто можно видеть белые пятна неправильной формы — это облака. Они непостоянны и изменчивы.

Замечаются также темные пятна облачного строения. Хотя эти пятна обыкновенно более постоянны, но и с ними иногда случаются большие и быстрые метаморфозы.

На Юпитере несомненно все кипит, все бушует.

На поверхности Юпитера мы не найдем ничего постоянного. Иногда вид ее изменяется совершенно в несколько часов.

Если мы заметим на правом (в трубе) крае диска какое-нибудь пятно или какую-нибудь впадину в полосе, то увидим скоро, что она передвигается к центру — все ближе и ближе, достигает середины диска и дальше идет к противоположному краю. Одного часа наблюдений достаточно, чтобы констатировать смещение.

Юпитер *вращается* и нетрудно вывести период обращения его около оси, замечая моменты, в которые намеченная точка поверхности бывает как раз посредине видимого диска. Надо только выбрать резкое пятно, чтобы не смешать его с другими.

Придется при этом также вперед подсчитать, когда надо ждать выбранное нами пятно на средину во второй, третий и т. д. раз, помня, что время оборота Юпитера приблизительно равно 9 час. 55 мин.

Правда, пятна имеют и свое собственное движение, но в *массе* наблюдений это обстоятельство не должно иметь влияний.

Точные исследования показали, что экваториальная зона на Юпитере вращается быстрее, чем полярные. Юпитер является таким образом во многом подобным солнцу[1]).

В свое время астрономы весьма интересовались красным пятном, которое прежде других заметили одновременно Tempel и Lohse в 1878 году.

Пропадая по временам, пятно продержалось до последнего времени, но интенсивность его окраски постепенно ослабевала.

В 1891 году оно казалось бледно-кирпичного цвета.

На Юпитере нет и признаков снеговых пятен, так явственно выступающих на диске Марса. Совершенно незаметно и фаз, даже в сравнительно большие трубы — слишком далеко Юпитер от солнца.



Черт. 44.



Черт. 45.

Спутники. Вокруг Юпитера ходят девять спутников — девять его лун.

Четыре главные спутника были открыты еще Галилеем в 1610 году. Они видны уже в карманную подзорную трубку с увеличением в 6—8 раз.

Пятый спутник так мал и так близок к Юпитеру, что совсем скрывается в его лучах. Он открыт Бернардом в 1892 с помощью 36-ти дюймового рефрактора обсерватории Лика.

Шестой, седьмой, восьмой и девятый спутники также очень малые светила, не только недоступные наблюдениям любителя, обладающего скромными средствами, но невидимые и в большие астрономические трубы. Они открыты в последние годы с помощью фотографии.

Мы будем говорить лишь о четырех *ярких* спутниках.

Орбиты этих спутников мало наклонены друг к другу. Все они почти параллельны эклиптике, и обыкновенно мы видим спутников на *одной* прямой по обе стороны от Юпитера, как, например, на черт. 44-м, который представляет конфигурацию спутников в астрономической трубе для $2^1/_2$ часов московского времени в ночь с 9-го на 10-е декабря 1894 года (старого стиля).

Только в некоторых случаях один или два из спутников выходят из прямой в роде того, как это имело место на следующий день в тот же час (черт. 45).

Наблюдения спутников Юпитера весьма интересны. Мы непосредственно здесь видим движение тел около общего центра, можем проследить и различные подробности этого движения.

[1]) См. стр. 40.

Вот время оборота спутников около Юпитера:

	ч.	м.	дни.	часы.
I. (Io)	42	28	1	18
II. (Europa) . . .	85	14 или круглее	3	13
III. (Ganymede) .	171	40	7	4
IV. (Callisto). . .	400	32	16	17

Мы придерживались здесь прежней номенклатуры, имевшей место до открытия пятого спутника. Номером первым обозначен тот из *ярких* спутников, который наиболее близок к Юпитеру, а номером IV наиболее удаленный. В скобках мы поставили также *имена* ярких спутников, но замечательно, что ни эти имена, ни другое название (Медицейские звезды), данное Галилеем, не вошли в употребление, и спутники обозначаются обыкновенно номерами.

Спутники не всегда все налицо перед нами.

Иногда они заходят за корпус планеты, — это так называемое *покрытие* спутника Юпитером.

Часто они бывают в *затмении*, когда попадают в конус тени, отбрасываемый самим Юпитером от солнца. Иногда же они *проходят* перед диском Юпитера и скрываются на светлом фоне — по крайней мере для малых труб.

Таким образом иногда мы видим около Юпитера только трех спутников, иногда даже двух, а в исключительных случаях и ни одного — Юпитер без спутников.

В малые трубы спутники представляются обыкновенно точками — это звездочки 6-й приблизительно величины, но в момент захождения или выхождения из-за корпуса Юпитера заметны становятся диски их. Мы можем проследить, как скрывается или выходит все бо́льшая и бо́льшая часть диска. Спутник прячется не сразу. Он как бы прилипает к краю диска на несколько минут.

Особенно большое значение имеют *затмения* спутников, и не только для астрономов-специалистов, но также и для практической жизни. Как известно, моряки по ним определяют долготы судна, чтобы знать, куда надо держать курс.

Интересно пронаблюдать явление и само по себе без вывода каких-либо результатов.

При этом советуем обратить внимание на такого рода подробности.

1. Спутник исчезает всегда на некотором расстоянии от диска Юпитера и тем дальше от него, чем дальше Юпитер от своего противостояния.

Это понятно станет, если мы посмотрим на схематический чертеж 46-й, где J—Юпитер, конус JM—тень, отбрасываемая корпусом Юпитера, освещенного солнцем S; a, b, c и d — орбиты спутников, три пунктирных конуса: № 1, 2 и 3 определяют направление, по которому мы видим Юпитера.

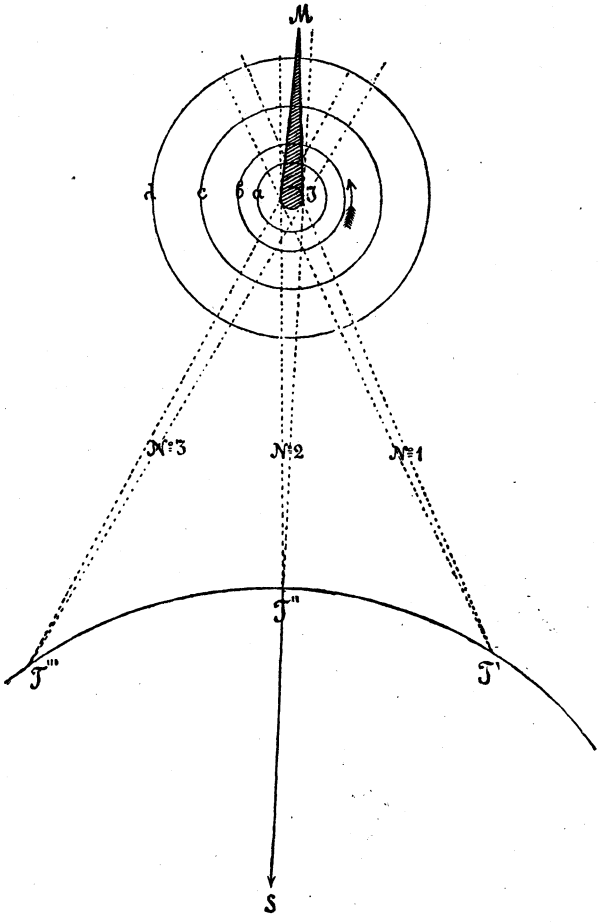
Когда земля в T', то спутник входит в конус тени сбоку от Юпитера.

2. В момент противостояния (земля в T'') затмения видеть нельзя, потому что прежде чем спутник достигнет конуса тени, он скроется за его корпусом.

3. Ближе всех при затмении подходит к Юпитеру, конечно, I спутник, дальше всех гаснет IV.

4. Три первые спутника попадают в тень Юпитера при каждом своем обращении, IV может иногда пройти мимо и не затмеваться.

5. Часто мы можем для двух последних спутников наблюдать кроме вхождения также и выхождение из тени, но для II это редко, а для I никогда не бывает: выхождение происходит уже за корпусом планеты.



Черт. 46.

После противостояния обратно для I и обыкновенно для II спутника мы можем наблюдать только одно *выхождение*, как не трудно сообразить из чертежа.

6. В момент исчезновения спутник гаснет постепенно по мере того, как входит в тень. Исчезновение I спутника продолжается приблизительно $1^1/_2$ — 2 минуты, а для остальных еще больше. Точно так же и при выхождении из тени. Сначала сразу покажется небольшая светлая точка на темном фоне, потом блеск ее возрастает все более и более, пока спутник не достигнет обычной своей яркости.

7. Три первые спутника никогда одновременно не могут быть в затмении.

8. Момент исчезновения спутника для различных труб не один и тот же; в малой трубе спутник пропадает раньше.

9. Для того, чтобы возможно дольше следить за спутником во время его затмения, удобно уводить Юпитера за ширму (см. стр. 32).

10. Нелишне будет запомнить также практическое правило: до противостояния мы всегда наблюдаем затмения (исчезновения, а для двух последних спутников иногда и появления) *влево* от Юпитера, после противостояния *вправо*, так как астрономическая труба дает обратные изображения.

Что касается *прохождений* спутников по диску Юпитера, то в малые трубы они обыкновенно невидны.

При особых, впрочем, обстоятельствах — отличной трубе и прекрасных изображениях, — можно проследить за светлым пятном по всему диску.

Явления эти интересны, благодаря изменению яркости спутника, которое об'ясняется присутствием атмосферы, как мы сказали выше (стр. 69).

Но особенно эффектно — это *прохождение тени* спутника по диску Юпитера.

Спутники — тела темные. Когда они проходят перед Юпитером, то бросают на его диск тень, и для данного места поверхности Юпитера происходит, таким образом, затмение солнца.

Темная тень спутника резко выделяется на светлом фоне и представляет весьма красивое зрелище. Это черное пятно не стоит на одном месте — оно ползет по диску.

Если случайно на диск Юпитера падает две тени от двух спутников, то легко сравнить и скорости их движения.

До противостояния Юпитера тень вступает на его диск в то время, когда спутник еще далеко от него.

После противостояния она следует за спутником и остается на диске еще в то время, когда спутник уже сошел с него.

Несколько раз наблюдалось загадочное двоение тени I спутника на диске Юпитера (см. рис. 43).

Для того, чтобы успешнее следить за всеми явлениями в системе Юпитера, удобно иметь под руками какой-нибудь астрономический календарь.

Не забудем при этом, что в каждом из них дается момент явления для определенного меридиана. В Nautical Almanac, конечно, указано гринвичское время, в Р. Астр. календаре и в Ежегоднике Р. А. О-ва— Пулковское.

Так как явление происходит в один и тот же физический момент для всей поверхности земли, то для того, чтобы получить местное время, нам придется *прибавить* только разность долгот места наблюдения и того меридиана, относительно которого даны моменты[1]).

Эти моменты печатаются в особых таблицах для каждого месяца отдельно.

Сокращения в Naut. Alm. имеют такое значение:

Ec. D. значит исчезновение при затмении,
Ec. R. » появление при затмении,
Oc. D. » исчезновение при покрытии,
Oc. R. » появление при покрытии,
Tr. J. » вступление спутника на диск,
Tr. E. » схождение его с диска,
Sh. J. » вступление тени,
Sh. E. » схождение тени с диска.

---

[1]) Для пункта, который лежит к западу от этого меридиана, конечно, придется вычесть.

Перед этими сокращенными обозначениями явления стоит номер того спутника, к которому оно относится.

Если, например, в ноябрьской таблице 1898 года мы находим для 19-го числа (нового стиля) I. Ec. D. $9^h\ 20^m\ 37^s$, то это значит, что центр первого спутника входит в тень Юпитера в 9 часов 20 минут 37 секунд по гринвичскому времени или в 11 час. 50 мин. 54 сек. по московскому, потому что Москва лежит на 2 часа 30 мин. 17 сек. к востоку от Гринвича.

Определяя при помощи различных астрономических наблюдений точно время того пункта, где находится в известный момент судно, моряки соображают по затмениям Юпитеровых спутников долготу его от Гринвича.

Наоборот, зная долготу места наблюдения, мы можем определить по наблюдениям затмений поправку своих часов — хотя, конечно, грубо — с точностью до нескольких секунд.

Для прохождения спутников и тени по диску и для покрытий спутников даются только минуты. Секунды для этих явлений *не имеют* значения.

Явления: III. Sh. J. $11^h\ 7^m$,
III. Sh. E. 13 16,

которые имеют место для 22-го ноября 1898 г. (нового ст.), в Москве должны наблюдаться в 13 час. 37 мин. и в 15 час. 46 мин., т. е. в ночь с 10-го на 11-е ноября стар. стиля в 1 час 37 мин. тень III спутника вступит на диск Юпитера, в 3 часа 46 мин. она его оставит.

В астрономическом календаре дается также для определенного часа каждого дня конфигурация системы Юпитера в том виде, в каком она является в астрономической трубе.

Наблюдая движения спутников, можно иногда видеть *соединение* двух из них, или даже *покрытие*, когда один спутник, проходя мимо другого, закрывает его. Так, например, в 1902 г., октября 7-го н. ст., II-й сп. покрывал I-го, окт. 23 II-й сп.—III-го, ноября 10 III-й — I-го, декабря 24 I-й—IV-го, в 1903 г. янв. 14 III-й сп. прошел по II-му.

Если мы станем сравнивать блеск спутников, то найдем, что наиболее яркий из них III, а наименее яркий — IV.

По блеску они стоят в таком порядке: III — 5,8 звездной велич.; I — 6,2; II — 6,3; IV — 6,6; а по размерам, как показали точные измерения их диаметров, в следующем: III, IV, I и II.

Яркость спутников во время их обращения вокруг Юпитера несколько изменяется. Более заметно это на II-м и IV-м.

Считая орбиты спутников кругами и разделяя их на 360 градусов, начиная от точки *верхнего* соединения[1]), мы найдем, что II спутник от 0° до 25° уменьшается в блеске, потом до 60° быстро возрастает, далее постепенно опять яркость убывает до 80° и опять возрастает; от 120° до 210° она уменьшается с большими колебаниями, от 210° до 240° правильно возрастает, от 240° до 320° остается неизменной, а потом при 340° опять немного увеличивается.

[1]) Стр 54.

IV спутник уменьшается в блеске между 50° и 140°, 170° и 190°; наоборот, между 280° и 290° яркость его увеличивается.

Кроме этих правильных колебаний яркости замечаются иногда быстрые неожидаемые вспышки и падения блеска, которые обусловливаются, конечно, изменениями в состоянии атмосферы спутников.

Цвет 1-го спутника — желтоватый, II-го — белый с желтым оттенком и, по некоторым наблюдениям, с голубым. III-ий и IV-ый спутники несколько красноваты.

При определении яркости спутников самого Юпитера лучше уводить за *ширму*.

Klein советует, кроме того, окуляр несколько смещать с точной установки по глазу, так, чтобы спутники представлялись большими светлыми кругами. (См. гл о переменных звездах.)

ГЛАВА X.

Сатурн.

Подробности на диске Сатурна. — Кольцо, изменение вида кольца. — Спутники.

Для невооруженного глаза Сатурн является звездой первой величины, желтого, монотонного цвета.

Он не бросается прямо в глаза, как Юпитер или Венера, и отличить его от звезд может только тот, кто до некоторой степени знаком с небом.

Впрочем, если бы случайно нам удалось заметить и наблюдать его долгое время, то мы догадались бы, что имеем перед собою планету по его перемещениям относительно звезд и по ровному немерцающему свету.

Противостояния Сатурна следуют друг за другом в среднем через год и 13 дней.

Сатурн перемещается медленно, и долго остается в одном и том же созвездии.

Если Сатурн не представляет особенного интереса для наблюдений невооруженным глазом, то, наоборот, в трубе он необычайно эффектен, благодаря своему оригинальному виду. Ничего подобного мы не имеем среди других светил небесных.

В трубе Сатурн представляется диском, окруженным *светлым кольцом* (рис. 47 и 48).

Кольцо это заметно уже в трубу 50^{mm}— 60^{mm}; в трубу 95^{mm} оно видно хорошо.

На самом диске можно указать следующие подробности.

Он сжат. Сплюснутость Сатурна даже больше, чем у Юпитера, но ее заметить труднее, благодаря меньшему диаметру. На это оказывает также влияние кольцо.

Диаметр Сатурна в 2 слишком раза менее диаметра Юпитера. Он изменяется с расстоянием в пределах от 15″ до 20″. Наружный диаметр кольца доходит до 46″.

По временам при хороших изображениях видны полосы, только они далеко не так интенсивны, как на Юпитере, и изогнуты дугами, что указывает на наклонение экватора Сатурна к орбите. Заметно также, что

области, прилегающие к полюсам, — особенно к нижнему, — темнее экваториальных; они серого цвета на широком пространстве.

Появляются иногда и пятна, по которым вычислено вращение Сатурна вокруг оси (10 час. 14 мин.), но они видны только в сильные трубы.

В общем же поверхность Сатурна сравнительно мало изменчива.

При обыкновенных условиях диск его является совершенно гладким, желтоватого цвета, везде одинаково освещенным.

Только полоска тени, которую бросает кольцо на диск, резко выделяется вдоль экватора.

Размер этой полоски и ее положение относительно экватора меняются с положением кольца. Она бывает южнее и севернее экватора, уже в одно время и шире в другое.

Но главный интерес наблюдателя сосредоточивается на кольце Сатурна.

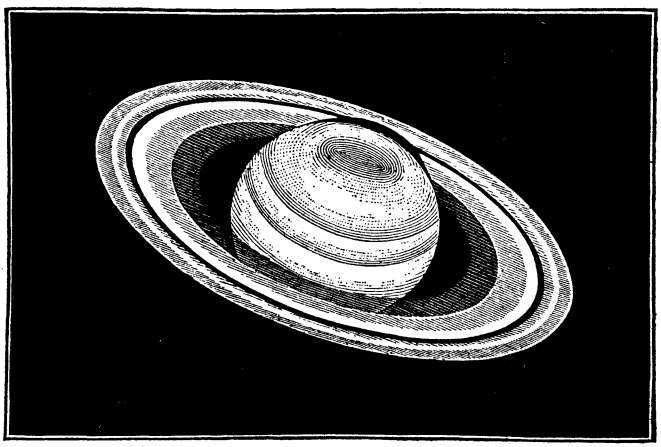


Рис. 47. Сатурн 11 декабря 1885 г., по наблюдениям Denning'a.

Кольцо особенно интересно, когда мы смотрим на него en face.

Мы видим тогда, что оно широко, видим темные просветы, т. е. пустое пространство между корпусом планеты и кольцом, видим и тень Сатурна на кольце.

В хорошую трубу мы заметим и деление кольца на три.

Наиболее яркое — среднее. Оно отделяется от внешнего узкой темной линией, которая зовется, по имени открывшего ее (Кассини), *кассиниевым* просветом. Этот просвет заметнее на ушках кольца. Посредине различить его труднее. На отдаленной половине кольца он заметнее, чем на ближайшей.

Яркость среднего кольца внутрь постепенно понижается и без резкой границы оно переходит в *темное* внутреннее кольцо.

При лучших условиях это темное кольцо видно даже в 4-хдюймовую трубу, по крайней мере, вблизи диска планеты.

Видна и внутренняя граница его в виде темнофиолетового ободка, можно различить иногда и кое-какие подробности — более темные и светлые места — вследствие чего внутреннее кольцо кажется неодинаково широким.

Наружное кольцо заметно темнее среднего и по цвету подходит к полярным областям Сатурна.

Наиболее открытым мы видим кольцо в то время, когда Сатурн находится в созвездии Тельца и Скорпиона. Чем дальше Сатурн от этих положений, тем кольцо уже, потому что мы смотрим тогда его в профиль.

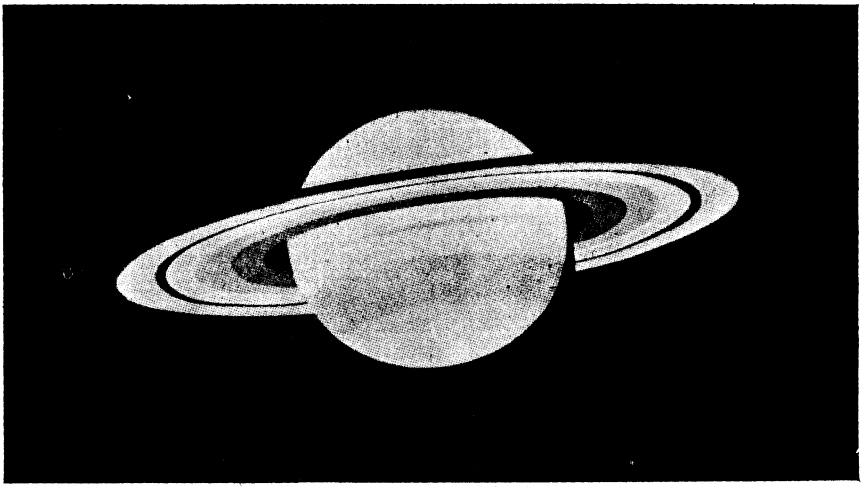


Рис. 48. Сатурн и система его колец 2 июля 1894 г., по наблюдениям Barnard'a.

В созвездиях Водолея и Льва кольца не видно — оно суживается в прямую линию. Сатурн тогда имеет вид волчка, как будто бы шар проткнут палкой — такое получается впечатление.

На некоторое время кольцо даже совсем исчезает. Кольцо слишком тонко и становится для нас невидимым, когда земля находится в его плоскости и нам приходится вследствие этого смотреть ребро его.

Изменяется вид и наклонение кольца по отношению к диску.

В одно время передняя сторона кольца поднята выше, в другое, наоборот, она опущена (рис. 49).

Последовательные метаморфозы, которые мы наблюдаем в кольце Сатурна, наглядно об'ясняет нам рисунок 50-й.

В том положении Сатурна, которое мы отметили № 1-м, кольцо открыто наиболее, при чем передняя сторона его в трубе является приподнятой, далее постепенно кольцо суживается, в положении № 3 оно обращается в прямую и исчезает, потом вновь появляется, раскрывается все более и более, при этом та часть, которая проходит перед диском, уже опущена (в трубе) — мы смотрим другую поверхность кольца; в по-

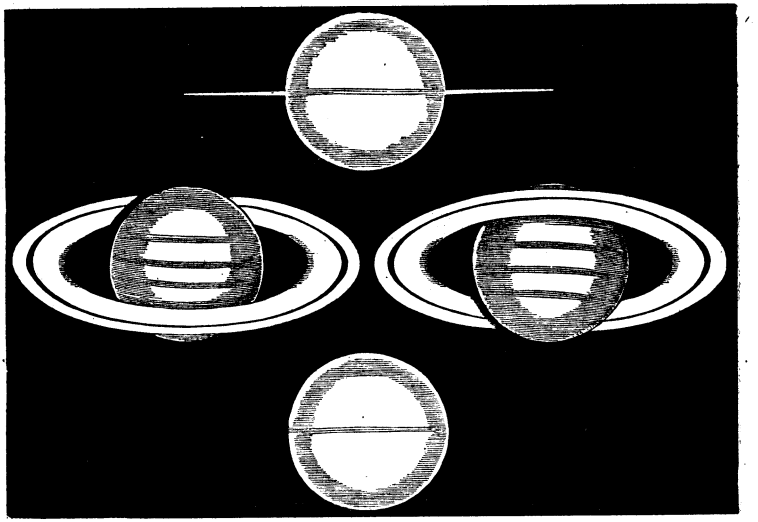


Рис. 49. Общий вид главнейших фаз Сатурна.

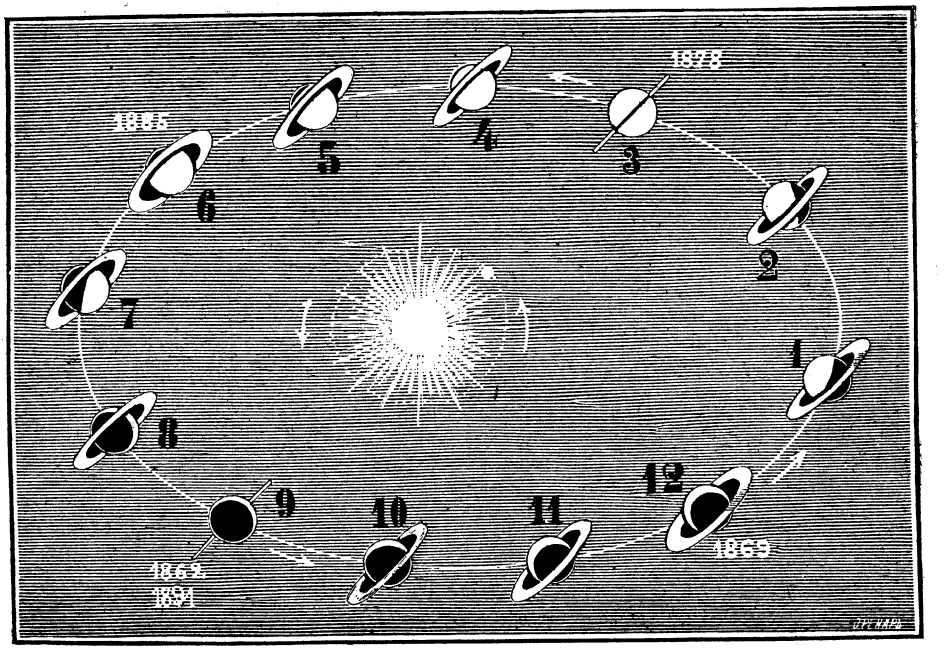


Рис. 50. Перспективное изменение кольца Сатурна.

ложении № 7 кольцо опять наиболее открыто, а в положении № 9 оно опять обращается в прямую.

Момент исчезновения кольца весьма интересен и систематические наблюдения его изо дня в день в это время весьма важны для выяснения формы и строения кольца. Но так как эти наблюдения доступны только в большие трубы, то мы только указываем на них, рекомендуя интересующимся в руководство наблюдения астронома Trouvelot — Phénomènes observés sur Saturne vers l'époque du passage du soleil et la terre par le plan de ses anneaux, en 1877—1878. (Статья в журнале Bulletin Astronomique T. VII, p. 147, или выдержки из нее в журнале L'Astronomie 1891 года, p. 125.)

Для наблюдения тех мелких подробностей на Сатурне и его кольце, на которые мы указали, конечно, нужны опытность и навык.

Не лишним считаем предупредить, что неопытный наблюдатель на первый раз даже может и не понять формы кольца. Ему покажется, что диск Сатурна имеет с двух сторон ушки. Только при дальнейшем наблюдении он увидит, что ушки эти заходят и за корпус планеты и проходят перед ним, что это — кольцо, окружающее Сатурна. А дальше он может различить и детали.

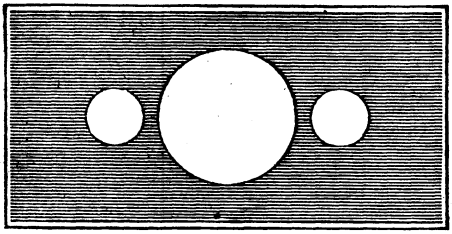


Рис. 51. Первый рисунок Сатурна, сделанный Галилеем в 1610 г.

Когда Галилей направил свою трубу в первый раз на Сатурна, он показался ему состоящим из трех тел, как на рисунке 51-м.

Галилей так и не разглядел кольца, сбитый с толку его исчезновением в 1612 году.

Оно было открыто только в 1657 году Гюгенсом.

Сатурн имеет 10 спутников, из которых два открыты в последние годы с помощью фотографии.

Вот имена, расстояния от Сатурна в радиусах последнего и время обращения восьми ближайших к планете спутников:

	Расстояние в радиусах Сатурна	Время обращения
Mimas	3,36	0 дн. 22 час. 37 мин. 23 сек.
Enceladus	4,31	1 » 8 » 53 » 7 »
Tethys	5,34	1 » 21 » 18 » 26 »
Dione	6,84	2 » 17 » 41 » 9 »
Rhea	9,55	4 » 12 » 25 » 11 »
Titan	22,14	15 » 22 » 41 » 25 »
Hypèrion	26,78	21 » 7 » 7 » 41 »
Iapetus	64,36	79 » 7 » 53 » 40 »

Из них самый большой — Титан.

При своем наибольшем удалении от планеты он может быть наблюдаем даже в трубу с об'ективом 60^{mm}. При удобных условиях виден и Япет в трубу 95^{mm}; но для того, чтобы наблюдать Мимаса, Енцелада и Гипериона нужны могущественные трубы — так малы и слабы они. Часто приходится

прибегать к уловкам и закрывать самого Сатурна ширмой, чтобы отыскать слабого спутника.

Особенно интересных для наблюдения любителя явлений, впрочем, спутники Сатурна не представляют.

Следует только обращать внимание на изменение блеска Япета в различных частях его орбиты. Лучше он виден, когда находится на западе от планеты, но во время восточных уклонений от Сатурна, свет спутника иногда бывает так слаб, что он почти совсем теряется из виду и в больших телескопах. Явление это до сих пор вполне не об'яснено.

Таблицы положений спутников Сатурна, так называемые *эфемериды*, печатаются на год вперед в журнале Monthly Notices of the Royal Astronomical Society и издаются также отдельными оттисками: Ephemerides of the satellites of Saturn, by *A. Marth*.

С 1899 года таблицы элонгаций появились и в The Nautical Almanac[1]).

[1]) Календарь выходит на несколько лет вперед.

ГЛАВА XI.

Уран и Нептун.

Последние две планеты — Уран и Нептун — для наблюдений с обыкновенными средствами не представляют большого интереса.

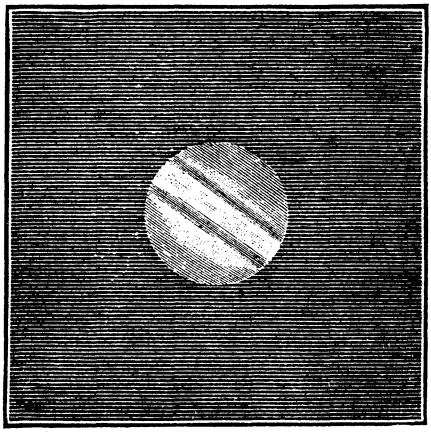


Рис. 52. Уран в 1884 г. (Henry).

Диски их едва заметны и без каких-либо особенностей. Только в большую трубу видны полосы на Уране. (Рис. 52.)

На то, чтобы видеть 4-х спутников Урана или спутника Нептуна тоже надеяться нельзя. Эти наблюдения доступны только могущественным инструментам.

Приходится удовлетвориться в этом случае малым — отличить эти планеты от соседних звезд и проследить за их перемещениями.

При этом, впрочем, иногда можно совершенно случайно быть очевидцем весьма интересного явления — покрытия звезды планетой.

В журнале L'Astronomie за 1891 год мы как раз находим подобного рода наблюдение, сделанное Guiot в трубу диаметром 95^{mm}. Черными точками на чертеже 53-м отмечены звезды, белыми кружочками — Нептун. Мы имеем здесь ряд положений планеты с 9-го по 15-е декабря 1890 года (по нов. стилю).

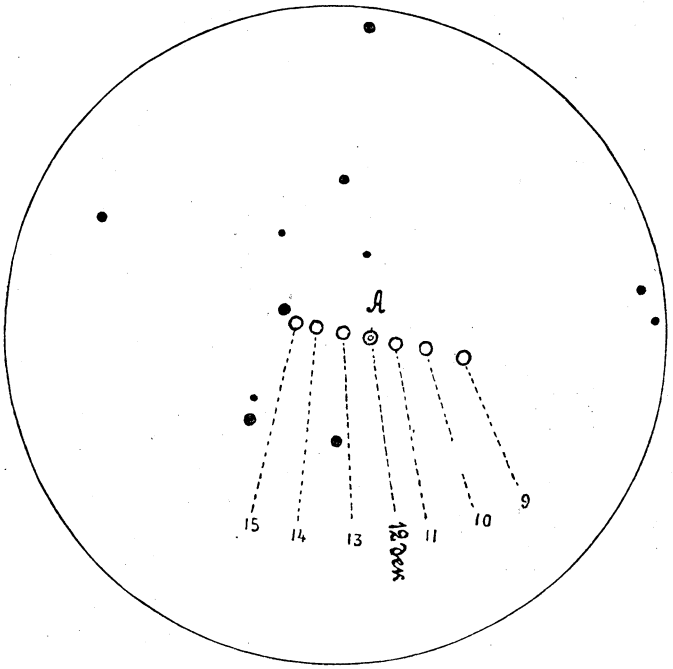
12-го числа между 9 и 11 часами вечера Нептун прошел мимо звездочки 9-й величины — *A*.

Нептун перемещается в год всего на 2°, так что из пределов созвездия Тельца, в котором он находится в настоящее время, он выйдет еще нескоро.

Уран движется быстрее: 4°—5° в год.

Для невооруженного глаза Нептун совсем невиден. Он является для нас звездой 8-й величины. Для того, чтобы разглядеть его, нужна труба не менее 75^{mm}.

Уран достигает блеска звезды 6-й величины.



Черт. 53.

ГЛАВА XII.

Луна.

Общий очерк лунной поверхности: лунные цирки, горные цепи, моря, трещины, светлые лучи и блестящие точки; шкала яркости, атмосфера, либрация, рельеф лунной поверхности при наблюдениях *неполной* луны, пепельный свет, карта для общих наблюдений. — Описание наиболее интересных местностей на лунной поверхности. — Изменения лунной поверхности.

Луна бесспорно самый интересный, самый занимательный предмет для наблюдений вследствие бесчисленных подробностей, которые мы видим на ее диске.

Даже простым глазом мы ясно различаем на Луне темные пространства — так называемые моря, можем проследить и их очертание, в некоторых случаях заметим даже кратеры — конечно, большие или наиболее яркие, как, например, Тихо, который во время полнолуния в виде яркой точки горит в нижней части диска.

Более подробностей глаз разбирает в то время, когда Луна стоит над горизонтом невысоко.

Но особенно интересно наблюдение Луны через трубу. Мы находим на ее поверхности целые тысячи кратеров, различаем длинные горные цепи, множество отдельных вершин, трещины в почве, яркие светлые лучи, радиусами расходящиеся из нескольких центров, и более мелкие подробности: терраски, уступы, впадины и пр.

Пусть поверхность Луны мертва и без больших изменений — она интересна массой своих подробностей. Многие ученые посвящали себя всецело изучению ее поверхности и работали в этом направлении всю жизнь, составляя подробные карты и атласы.

Эти исследования, конечно, весьма важны для решения вопроса о *жизни* Луны, они имеют значение и для геологии, науки о жизни нашей земли.

Впрочем, Луна и не совсем мертва, как думали прежде и как кажется при поверхностном знакомстве с ней.

Теперь, когда мы имеем хорошие карты, мы можем констатировать иногда изменения на ее поверхности, по большей части необ'яснимые и

загадочные и тем более, следовательно, интересные. Можно настоятельно рекомендовать всякому, у кого есть охота и свободное время, заняться тщательным изучением лунной поверхности. Тем более, что в данном случае не надо никакой *особенной* подготовки. Важно только собрать как можно больше фактов и, по возможности, тщательно их проверить.

Для тех, кто решился бы на специальные исследования лунной поверхности, можно рекомендовать:

1. Подробный трактат о Луне Нейсона: *Neison, E.*, Der Mond und die Beschaffenheit und Gestaltung seiner Oberfläche. Nebst einem Atlas von 26 Karten und 5 Tafeln in Farbendruck. Ц. 18 мк.

2. *Lohrmann*, Mondkarte in 25 Sektionen und 2 Erläuterungstafeln, herausgegeben von Julius Schmidt. Leipzig 1878.

3. Этюды Клейна в его изданиях: a) Anleitung zur Durchmusterung des Himmels, b) Führer am Sternenhimmel.

4. *Joh. Nep. Kriegers* Mond-Atlas. Neue Folge. Herausgegeben von Rudolf König. Wien 1912.

Укажем на всякий случай и классический труд Шмидта:

5. Karte der Gebirge des Mondes nach eigenen Beobachtungen in den Jahren 1840—1874, entworfen von Dr. J. F. Julius Schmidt.

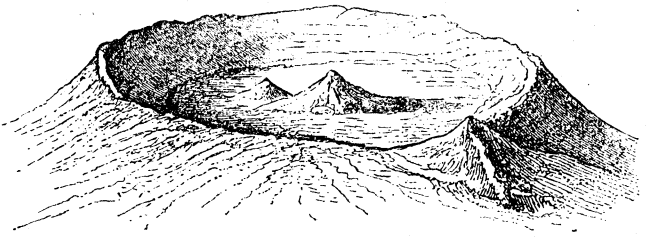


Рис. 54.

А также прекрасный фотографический атлас Loewy и Pusieux с текстом.

6. Atlas photographique de la lune publié par l'observatoire de Paris и русское издание.

7. *С. Гальперсон*, Атлас Луны, содержащий 2 таблицы, исполненные в уменьшенном размере по фотогр. снимкам Парижской Обсерватории, общую карту из книги Nasmyth und Corpenter: «Der Mond» и снимок пепельного света по оригиналу, полученному Г. А. Тиховым в Пулкове.

Сами же мы, согласно нашей задаче, остановимся только на наиболее важных, наиболее интересных местах, отметив их наиболее крупные особенности.

Сначала, впрочем, сделаем общий очерк лунной поверхности.

При этом придется, конечно, говорить о той только ее половине, которая обращена к нам. О другой мы ничего не знаем, потому что никогда ее не видели. Луна вращается около своей оси ровно во сколько же времени, во сколько обходит вокруг земли, так что всегда обращена к нам одной и той же стороной.

Вся лунная поверхность покрыта горами.

Горы эти по большей части круглые, невысокие, но широкие и пустые внутри: на поверхности поднимается круглый вал, а внутри его пропасть, спускающаяся много ниже общей поверхности Луны. Со дна этой пропасти обыкновенно возвышается центральная горка, никогда не достигающая вершины вала. Вот обычный вид лунной горы (рис. 54).

По внешнему сходству с нашими вулканами такие горы названы кратерами. Но это название, впрочем, теперь удержано только для малых горок.

Большие, широкие горы зовутся просто *цирками*.

Мы сразу видим, что дно цирка ниже поверхности. Мы имеем также всегда и строгое доказательство этого, так как нетрудно заметить, что наружная тень, которую бросает вал на поверхность Луны, всегда меньше внутренней, падающей на дно цирка. Это и значит, что внутренняя тень происходит не от одного вала, но также и от стены ямы.

Наружу вал спускается полого. Иногда видно наслоение нескольких валов друг на друга. Внутрь крутой обрыв.

Верхушка вала, по большей части, неровная, часто она усеяна отдельными возвышенностями, видны небольшие терраски, трещины, ущелья. Вал может быть и нестрого круглый, часто он неправильной формы — есть и в виде подковы.

Очертание цирка находится в большой зависимости от окружающей его местности. Если от него идут отростки, они всегда тождественны с соседними горами.

Иногда внутри цирка горки не бывает, иногда их даже две.

На краю лунного диска цирки всегда вытянуты, так что имеют эллиптический вид. Это, конечно, следствие перспективы. Мы видим их сбоку — в профиль.

Огромные по размерам цирки являются в виде плоскогория, окруженного валом, или, еще чаще, неправильными группами гор. Внутри их видны иногда еще кратеры и часто довольно большие, целые горные цепи пересекают их, по бокам тянутся высокие отростки; очертания, по большей части, неправильны, с различными интересными извилинами. Таких плоскогорий особенно много в южной части диска.

Малые кратеры сравнительно очень глубоки. Это особенно заметно, когда два цирка стоят рядом. В то время, как большой уже совершенно освещен, малый полон тени, внутрь его еще не проникал луч солнца.

Весьма интересны различные группы кратеров, когда один прикасается к другому, или даже наполовину входит в него. Часто на валу одного большого виднеется другой, маленький кратер.

Малых кратеров на лунной поверхности множество. Они рассыпаны повсюду, и часто там, где на первый раз ничего невидно, их можно при благоприятном освещении насчитать невероятно много.

Кроме характерных *кольцевых* гор встречаются на Луне также отдельные возвышенности с одной верхушкой, обыкновенно очень высокие.

По местам тянутся горные цепи, еще чаще горы соединяются в большие группы, оставляя в промежутках между собой глубокие долины. Иногда поднимаются широкие плато с неровностями по краям. Часто группа гор совершенно неправильна и раскинута.

Большие темные пространства — *моря*, являются таковыми только по названию.

Они могут быть дном бывших морей, но водный покров в настоящее время едва ли имеют.

Поверхность их неровная, в некоторых местах покрытая кратерами. Во многих случаях ясно заметно, что она ниже общей поверхности, но иногда моря и незаметно переходят в возвышенности.

Цвет морей обыкновенно серый. В некоторых, впрочем, заметен зеленоватый оттенок (Mare Humorum, Mare Serenitatis).

Малые темные пятна и различные части большого называются озерами, заливами, бухтами, но в настоящее время также, конечно, в условном смысле.

Особенно замечательны на Луне так называемые Rillen — это узкие *темные* бороздки, как бы *трещины* в почве, которые встречаются по всей поверхности, но по преимуществу в гористых местностях. Иногда видны они на дне больших цирков.

Трещины редко бывают закривлены и во всяком случае немного — обыкновенно они прямолинейны и на большом протяжении одинаково широки. Начала и конца их обыкновенно не видно, они сливаются с поверхностью Луны. Это, очевидно, наиболее новые образования, появившиеся при сокращении лунной поверхности во время ее охлаждения. Наблюдения трещин всегда трудны и требуют хороших атмосферных условий; еще большее значение в этом отношении имеют надлежащее освещение наблюдаемого места лунной поверхности. Многие трещины могут быть видимы только впродолжение немногих часов, когда тень в них резка. В полнолуние заметны только самые большие трещины в виде нежных белых нитей. Более доступные трещины находятся у цирков: Hyginus, Ariadäus, Aristarchus и внутри цирка Petavius.

С трещинами не надо смешивать ярких, *светлых лучей*, которые бороздят в различных направлениях лунную поверхность.

Лучи эти лучше заметны в полнолуние. Они выходят обыкновенно радиусами из больших ярких центров, среди которых особенно выделяются цирки Тихо и Коперник. Светлые полосы тянутся через горы и долины, не изменяя при этом ни формы, ни направления. Мы находим их и на поверхности морей. Обыкновенно они начинаются не у самого края горы, а на некотором от нее расстоянии. Светлые лучи представляют весьма загадочное явление, во всяком случае, они не углубления, но и не возвышенности.

Интересны также яркие светлые точки, которые видны повсюду на полном диске Луны. Обыкновенно это небольшие кратеры или плоские возвышенности. Особенно выдается центральная гора в цирке Aristarchus.

Полезно по временам наблюдать эти светлые точки и сравнивать блеск их с блеском остальной поверхности, чтобы убедиться. достаточно ли постоянна их яркость или она изменяется со временем.

Для оценки яркости различных мест на поверхности Луны установлена шкала, по которой самая яркая точка (центральная горка в цирке Aristarchus) оценивается баллом 10, а черная тень — баллом 0. Тогда баллами 1—3 придется ценить серые пространства, баллами 4—5 ярко-серые,

баллами 6—7 белые, так что для морей оценки 2 и 3, для горных пространств 5—6, для отдельных вершин 7—8.

Заимствуем у Клейна список тех пунктов, яркость которых определена хорошо и может считаться нормальной:

1° — Наиболее темные части внутренней поверхности цирков Grimaldi и Riccioli.
1½° — Внутренняя поверхность цирков Boscowich, Billy, Zupus.
2° — » » » Endymion, Le Monnier Crüger.
2½° — » » » Azout, Vitruvius, Pitatus, Hipalus, Marius.
3½° — » » » Hansen, Archimedes, Mersenius
4° — » » » Manilius, Ptolomaeus, Guerike.
4½° — Наружная поверхность вокруг цирка Aristillus, а также Sinus Medii.
5° — Вал цирка Arago, Landsberg, Bullialdus, наружная поверхность вокруг Кеплера и Архимеда.
5½° — Вал цирков: Picard и Timocharis, лучи Коперника,
6° — Вал цирков: Kant, Bessel, Macrobius, Mösting и Flamsteed.
6½° — Вал Langrenus, Theaetetus и Lahire.
7° — Theon, Ariadaeus, Bode B., Wichmann, Kepler.
8° — Вал Коперника, Godin, Bode.
8½° — Вал Гиппариха C., Proclus, Bode A.
9° — Censorinus, Dionysius, Mösting A., Mersenius B. и C.
9½° — Внутренняя поверхность Аристарха и Lapeyrouse.
10° — Центральная гора Аристарха.

Некоторые наблюдатели говорят, что им приходилось иногда видеть вокруг ярко освещенной вершины голубой ореол, но при такого рода наблюдениях надо быть очень осторожным, так как сама труба, обыкновенно, придает голубую окраску яркому предмету.

Весьма интересен вопрос об атмосфере Луны.

Непосредственные наблюдения прямо скажут нам, что такой плотной атмосферы, как наша, например, на Луне, во всяком случае, нет. Тени ее гор всегда *резки и черны*. Если бы на Луне была атмосфера, то она отбрасывала бы от себя в тень лучи рассеянного света, и тени были бы серы.

На Луне не бывает сумерек. Ночь наступает сразу, сразу и прекращается. Освещенная часть резко отличается от темной. Только небольшое ослабление света заметно на краю освещенной части, но это происходит оттого, что для данного места солнце поднялось из-за горизонта не совсем и светит только частью своего диска, при чем лучи идут очень косо к поверхности.

Мы не видим на Луне потемнения блеска к краям, как, например, на Солнце, Венере, Юпитере. Диск ее вообще одинаково ярок, как в середине, так и на краях.

Явление покрытия звезд также свидетельствует о том, что на Луне нет плотной атмосферы. Но мы не можем отрицать существования разреженной атмосферы. Если мы не видим ее вообще, то в горных долинах и

глубоких котловинах, где она может держаться более плотной, иногда появляются признаки ее присутствия.

Иногда можно наблюдать род облаков, которые стелются непосредственно на поверхности, скрывая от нас ее мелкие подробности. Этими облачными образованиями об'ясняется исчезновение в некоторых случаях трещин, которые обыкновенно при тех же условиях наблюдаются легко. Явления эти весьма интересны и весьма желательно, чтобы наблюдатели, имеющие в распоряжении более сильные трубы, обратили особенное внимание на их исследование.



Рис. 55. Аппенины, Архимед, Автолик, Аристилл и Эратосфен (по Nasmyth'y).

Есть, впрочем, еще одно обстоятельство, которое нужно иметь при этом в виду.

Вследствие наклона оси вращения Луны к ее орбите и вытянутости последней, нам кажется, что Луна во время своего обращения вокруг земли как бы колеблется несколько вниз и вверх, а также справа налево. Мы видим, что кратеры или другие пятна на ее поверхности по временам стоят выше или ниже, передвигаются несколько к востоку и к западу. На краю диска некоторые совсем скрываются и появляются новые. Это явление носит название *либрации*. Оно имеет большое значение на степень отчетливости мелких деталей лунной поверхности.

Интересно оно и само по себе.

Видимый центр лунного диска перемещается относительно своего среднего положения на 6° 50′ по экватору в ту и другую сторону и на 7° 53′ по меридиану.

Для иллюстрации нашего очерка мы прилагаем рисунок (55-й) одной

из наиболее интересных местностей лунной поверхности в том виде, как она представляется в трубе день спустя после 1-й четверти.

Здесь мы ясно видим длинную горную цепь — Аппенины, которая тянется на границе огромного моря Дождей (Mare Imbrium). Под ней возвышаются три большие кратера: Archimedes, Autolicus и Aristillus, а справа вверху есть еще кратер, который носит имя Эратосфена (Eratosthenes).

Во всех них мы узнаем те характерные особенности, на которые указали выше: и вал, и углубление, и центральную горку. Только дно Архимеда гладко.

Весьма явственно видны и знаменитые трещины.

Длинные черные тени, которые отбрасываются горами при данной высоте солнца, делают ландшафт рельефным и позволяют различить самые мелкие подробности.

Через день-два, когда солнце для этой местности будет стоять высоко, такой картины уже не будет. Горы не будут бросать теней, рельеф скроется кратеры превратятся в едва заметные светлые кружочки, Аппенины явятся в виде узкой светлой линии.

Изучение рельефа данной местности возможно только тогда, когда она лежит близ границы между освещенной и неосвещенной частью Луны.

Оттого-то мы никогда не можем изучать лунную поверхность сразу. Мы должны всегда дожидаться соответственного освещения, чтобы различить подробности интересующей нас местности.

В полнолуние никакого рельефа нет. Все гладко и светло. Тогда возможны только специальные исследования неравномерно освещенных частей лунной поверхности и, в частности, светлых лучей, о которых мы говорили выше.

Неполная Луна гораздо интереснее и, конечно, все внимание наблюдателя привлекает внутренний край освещенной части, т. е. тот, за которым следует еще неосвещенная часть.

Он всегда неровный, зазубренный, усыпан горами. Близ него на темном фоне — в некотором расстоянии от освещенной поверхности — видны небольшие звездочки и яркие подковки. Это вершины гор освещаются восходящим солнцем. Подножие этих гор еще в темноте, но нетрудно заметить, как постепенно они освещаются все более и более, чтобы слиться затем с освещенной частью. На рисунке 56-м мы видим, как целая светлая цепь (Аппенины) выделяется на темном фоне. Здесь, наоборот, солнце заходит и вершины гор постепенно тонут во мраке.

От гор падает на поверхность Луны тень. Чем ближе к краю гора, тем тень длиннее.

До полнолуния тень направлена к востоку (т. е. в трубе направо), после полнолуния к западу.

При подробном изучении Луны придется наблюдать ее, по возможности, изо дня в день, начиная с самого узкого серпика до полнолуния и далее до исчезновения.

Внешний край лунного серпа всегда круглый и почти совершенно ровный, без каких-либо особенностей.

Мы не останавливаемся подробно на явлении фаз, предполагая его достаточно известным каждому, и только напомним на случай, что 1-й четвертью называется тот момент, когда Луна находится в квадратуре, когда она прошла около $^1/_4$ своей орбиты после новолуния. Тогда видна

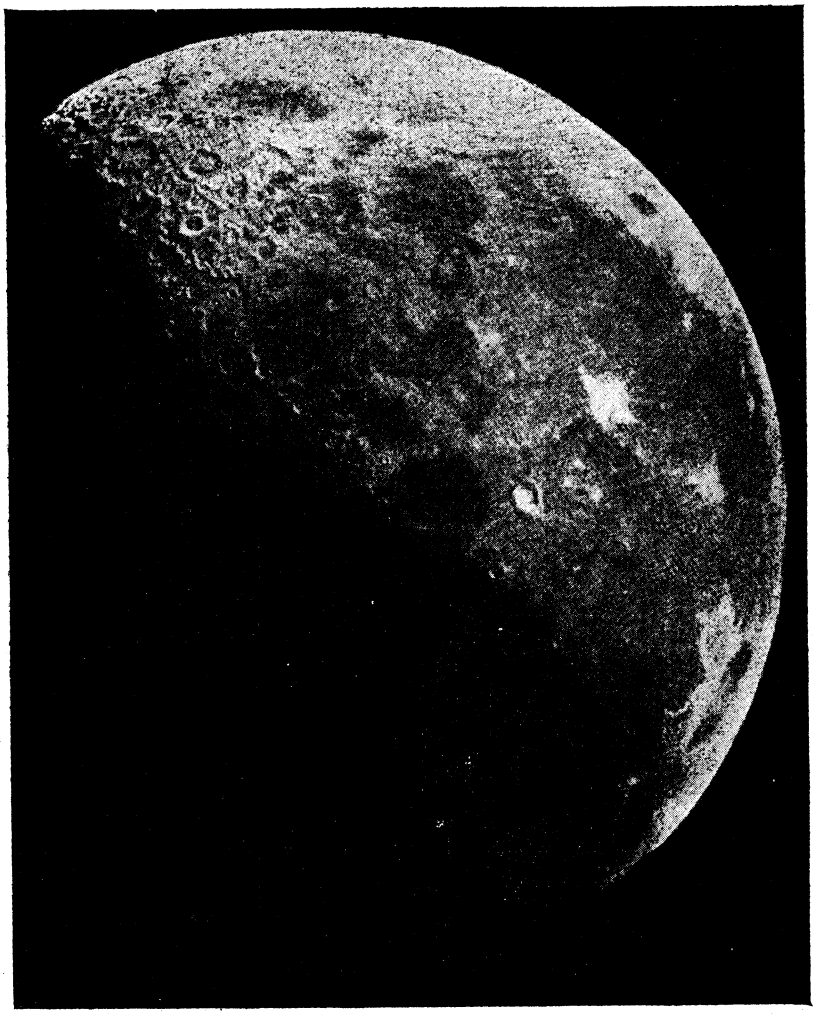


Рис. 56. Фотографический снимок Луны, полученный на большом рефракторе Ликовской обсерватории 3-го ноября (н. ст.) 1890 года в 13 ч. 58 м. Возраст Луны—21 день 5 часов.

как раз *половйна* ее диска — конечно, западная, обращенная к солнцу (в трубе левая) (рис. 57). Наоборот, последняя четверть — приблизительно за 7 дней перед новолунием. Тогда освещена восточная половина диска — в трубе правая.

При малых фазах, т. е. когда Луна является узким серпиком, видна обыкновенно и остальная часть ее поверхности в слабом сероватом блеске. Это так-называемый *«пепельный свет»*. Простым глазом мы различаем пепельный свет обыкновенно два дня спустя, или дня за два перед новолунием. В трубе он виден дольше (дней 5—6).

Иногда явление бывает особенно интенсивно, и на темной части лунного диска можно различить много подробностей.

Интересно проследить, что пепельный свет *перед* новолунием, когда мы видим Луну на востоке ранним утром, *сильнее*, чем после новолуния, когда Луна бывает на западе вскоре после заката солнца. На это есть две причины. Как известно, пепельный свет происходит вследствие отражения на Луну лучей света от ярко освещенной солнцем поверхности земли. В первом случае на Луну падают лучи с огромных материков Азии и Африки, которые отражают более света, чем водная поверхность, от которой идут лучи во втором случае. Вторая причина та, что глаз наш после темной ночи восприимчивее к слабому блеску, чем тотчас после яркого солнца.

Случаи особенной интенсивности пепельного света следует отмечать. Эти записи могут способствовать выяснению, какое влияние на яркость явления может иметь расстояние Луны от Земли.

Если соединить рога Луны прямой линией, то по направлению, перпендикулярному этой линии, находится солнце и, конечно, со стороны освещенной части лунного диска.

Вероятно, всякий замечал, что та часть поверхности, которая освещена пепельным светом, имеет видимый диаметр менее, чем яркий серп, как будто бы темный диск меньшего диаметра *вложен* в светлый серп большого диска (см. рис. 68). Это явление — оптический обман, так-называемая *иррадиация*. Яркие предметы нам кажутся всегда больше темных, хотя бы размеры их были одинаковы.

Что касается технической стороны наблюдений Луны, то при точных исследованиях здесь, конечно, как и везде, требуется большой навык, терпение, а также и хорошие атмосферные условия.

Но для общего обозрения Луна во всяком случае наиболее доступный предмет. Даже сквозь густые облака мы можем различить на ее поверхности многие подробности и свободно изучать ее топографию.

Благодаря своей яркости Луна вообще может выдержать бо́льшее увеличение, чем многие другие светила, но всегда, конечно, лучше попробовать несколько увеличений и выбрать наиболее подходящее при данных атмосферных условиях.

Наблюдения в сумерки вообще более приятны, чем ночью. Если наблюдают Луну во время полнолуния при малом увеличении, то полезно привинтить к окуляру *слабое* дымчатое стекло, чтобы яркий блеск не слепил глаза.

Труба в 75^{mm} передает нам точно характер цирков, представляющихся углублениями с валиками вокруг. В трубу 95^{mm} мы различим *ясно* отдельные пики и горные цепи, а в трубу 108^{mm} увидим и трещины.

Наблюдения Луны особенно интересны и живы, когда есть под руками карта ее поверхности, с которой можно сличить то, что видишь в трубе и из которой узнаем, как называется то или другое местечко.

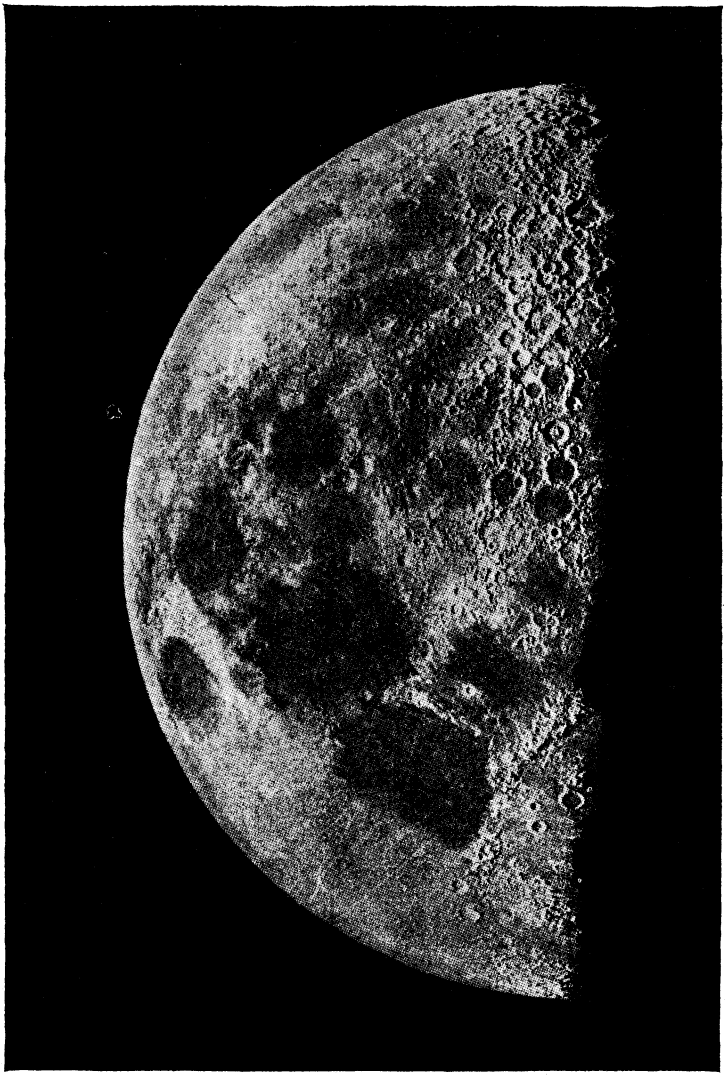


Рис. 57. Фотографический снимок Луны, полученный на Парижской обсерватории 13 февраля 1894 г. в 6 ч. 55 м.

Для общих экскурсий наиболее удобна карта Leon'a Fenet, которую мы заимствуем из журнала L'Astronomie (январь 1890 г.) переменив французские названия на более употребительные латинские.

Несмотря на небольшой сравнительно формат, она дает нам более

400 цирков, кратеров и других наиболее важных особенностей лунной поверхности с достаточной точностью в их положении и размерах, легко по ней узнать и название заинтересовавшей нас местности, — стоит только наложить на нее прозрачную бумажку с названиями, — а главное, она передает до некоторой степени рельеф, благодаря которому мы легко разберемся в лунном ландшафте.

Луна на этой карте представляется так, как видна она в трубу, т. е. в обратном виде. Внизу — север, наверху — юг, направо — восток, налево — запад.

Впрочем, в трубе северный полюс будет точно внизу только в то время, когда Луна стоит в меридиане. Если же Луна на востоке, то он будет несколько направо от наиболее низкой точки так, например, что вертикальная линия пройдет через кратеры: Аристотель, Птолемей, Тихо, или как-нибудь иначе.

Когда Луна на западе, северный полюс — налево от наиболее низкой точки и вертикальная линия может проходить через кратеры: Гершель, Гиппарх, Гельмгольц и т. п.

Описание лунной поверхности мы начнем с западной стороны ее диска.

Близ западного края лунного диска, в северной части его, явственно выдается овальное море — *Mare Crisium*. Оно кажется нам вытянутым по направлению от N к S. Это — следствие перспективы. На самом деле в этом направлении Mare Crisium имеет даже меньшее протяжение (427 верст), чем в направлении от O к W (497 верст.)

Его темная поверхность имеет зеленоватый оттенок, впрочем, очень *трудно* различаемый и только в сильные телескопы.

При надлежащем освещении ясно видно, что дно моря ниже общей поверхности (рис. 58). Это особенно отчетливо выступает при убывании Луны, когда граница тени проходит близ западного края моря.

Море окружено горами.

На юге, дня три спустя после новолуния, видно несколько параллельных горных цепей *(Cap Agarum)*, между которыми попадаются углубления и кратеры, видимые, впрочем, только вследствие либрации. Поперек моря от севера к югу также тянутся невысокие цепи. В различных местах видны большие кратеры. Между ними замечателен Пикард *(Picard)* с диаметром в 32 версты. Он совершенно круглый, но для нас является эллиптичным. С значительной глубины поднимается небольшая центральная горка.

Пониже Mare Crisium, т. е. к северу, стоит большой цирк Клеомед *(Cleomedes)* — 119-ти верст в диаметре, с широким валом и центральной горкой, которая имеет три вершины. В северной части цирка видны три кратера, из них западный особенно ярко блестит в полнолуние (8°).

Между Mare Crisium и Cleomedes поверхность гористая, с крутым под'емом к последнему.

Еще дальше к северу виднеется *Geminus*, тоже большой цирк, с диаметром в 84 версты. Вал его очень крут и обрывист, с террасами. Центральную горку внутри его заметить трудно, но видно несколько кратеров.

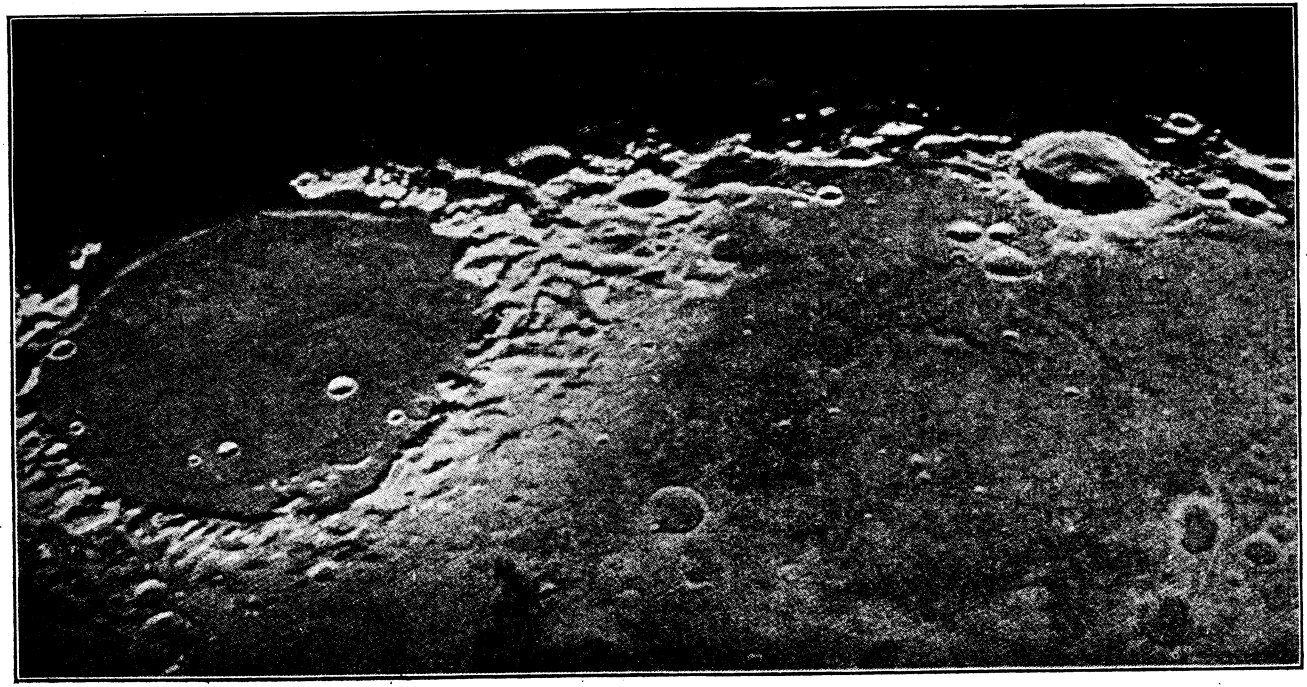


Рис. 58. Mare Crisium и цирк Langrenus по фотографии Ликовской обсерватории.

Гаусс *(Gauss)*, благодаря тому, что стоит на краю диска, для нас является весма узким, хотя на самом деле почти совершенно круглый. Диаметр его 148 верст. В середине тянется по направлению меридиана горная цепь.

Messala — 105 верст в диаметре. Вал этого цирка состоит из 4 параллельных более или менее перепутанных между собой. Кое-где он прерывается долинами и кратерами. Внутренность цирка покрыта небольшими грядками и бугорками.

Дальше интересны два рядом стоящие цирка *Atlas* и *Hercules* — первый с диаметром в 84 версты, а второй в 70.

Вал Атласа довольно широк, с различными углублениями, долинами и острыми пиками. На южной стороне его видны два кратера.

У Геркулеса — два вала, по крайней мере, в некоторых местах деление очень хорошо заметно. На валу можно различить много отдельных вершин. Как раз в центре Геркулеса находится небольшой кратер, который необыкновенно ярко горит в полнолуние.

Заметим еще цирк *Endymion* с диаметром в 119 верст, вытянутый вследствие перспективы. Внутри его не видно ни кратера, ни центральной горки; в полнолуние он является темным пятном. Вследствие либрации яркость его может изменяться. Она колеблется между $1^1/_2°$ и $2^1/_2°$.

Северный полюс Луны окружен огромным морем, так называемым Морем Холода *(Mare Frigoris)*. Для нас это море длиннее в направлении от востока к западу. В западной части его видна узкая и низкая горная цепь и несколько кратеров. На востоке море уже и пронизывается светлыми лучами. Во время полнолуния поверхность моря имеет зеленовато-желтую окраску. Иногда, особенно если атмосферные условия не совсем благоприятны, море имеет вид облака и так похоже на него, что трудно бывает отличить от настоящего.

На западе к нему примыкают *Lacus Mortis* и *Lacus Somniorum*.

Если же мы отправимся от Mare Crisium *выше*, *к югу*, то скоро встретим Mare Foecunditatis.

Mare Foecunditatis в направлении с запада на восток имеет 620 верст, а в направлении с севера на юг — 960 верст. К югу оно суживается и у цирка Vendelinus имеет ширину всего 198 верст. В южной части его видно много светлых лучей, цирков и кратеров.

На этом море особенно замечательны два кратера *Messier*, примыкающие друг к другу. Прежде они были совершенно одинаковы по размерам, по форме и по глубине, по высоте и положению вала. Это констатировано точными наблюдениями Медлера. Теперь мы видим другое. Очевидно, здесь произошли изменения. Западный кратер (который собственно и называется Messier) несомненно менее восточного и уже не круглый, а эллиптический. От этого кратера на восток тянутся две загадочные светлые полосы, которые при темном промежутке между ними имеют вид кометного хвоста. Эти полосы отличаются от других светлых лучей между прочим тем, что видны вскоре после восхода солнца для той местности, где они лежат, в то время как светлые лучи, исходящие от Тихо и Копер-

ника, видны только при высоком положении солнца. Самый кратер Messier, равно как и его окрестности, можно рекомендовать для особенно тщательного исследования. В последнее время некоторые наблюдатели видели здесь довольно большие трещины.

К западу от Mare Foecunditatis находятся два больших цирка: *Langrenus* и *Vendelinus*. В первом видны две центральные горки. Вал его слоистый и крутой, а вокруг рассыпано множество горок, небольших бугорков и различных углублений.

Vendelinus имеет неправильную форму. Его вал не особенно велик и прерывается многочисленными долинами. Центральной горки совсем нет, но видно несколько кратеров.

Еще дальше к югу стоит красивый большой цирк *Petavius* 126-ти верст в диаметре, с высоким, крутым валом, во многих местах являющимся двойным. Внутри его видно много бугорков, в центре поднимается небольшая горка, около которой видны два кратера и довольно большая трещина (Rille), идущая на юго-восток до самого вала. Ее видно даже в слабые трубы. Есть тут и еще несколько меньших трещин — к северу и к западу от центральной горы. Интересна долина между двумя валами цирка, которая на западе уже, а к востоку шире. Окрестности его очень интересны: множество бугорков, отрогов, глубоких долин. Наиболее удобное время для наблюдения 3 дня после новолуния (весной — в марте, апреле и мае) или два дня после полнолуния (зимой и осенью).

Furnerius — большой, неправильной формы цирк, с крутым валом, в котором видны углубления, долины и отдельные вершины. Из последних особенно выдаются 4. Внутри цирка также много возвышений и углублений. Интересен кратер по середине, в котором видна центральная горка. Кое-где видны трещины.

От Furnerius'а к Petavius'у тянется цепь гор.

Metius и *Fabricius* — два интересных, больших кратера, примыкающих друг к другу. Меций имеет неправильную форму с высоким валом, с многими отдельными возвышениями и кратерами. Наоборот, форма Фабриция совершенно правильная. Внутри виднеются три центральных горки, два кратера и несколько небольших горных хребтов. К югу вал открыт, образует нечто вроде ворот.

К Фабрицию с юга примыкает широкая равнина *Janssen* (не смешать с Jansen), окруженная неправильной цепью гор с многими отдельными вершинами. Внутри также много горных цепей и отдельных бугорков. Поперек тянется большая долина, к которой примыкает масса маленьких. В ней видно много трещин, которые вскоре после восхода солнца для этой местности доступны для наблюдений даже в двухдюймовую трубу.

Ближе к южному полюсу, почти на краю лунного диска, находится ряд гор, которые носят имя знаменитого математика *Лейбница*. Они страшно высоки. Их главная вершина имеет до 30 000 футов. Но высота их не бросается особенно в глаза, потому что их отчасти закрывают соседние горы. Более интересен вид этих гор в профиль, когда они вследствие либрации являются на самом краю видимого диска.

Самый *полюс* тоже покрыт высокими горами различной высоты, которые, впрочем, ничем особенным не отличаются.

Во второй полосе диска, видимой через 3—6 дней после новолуния, начиная от южного полюса, интересны: *Curtius*, самый высокий цирк на Луне. Высота его вала в некоторых местах доходит до 22 000 слишком футов. Он необыкновенно крут, местами состоит из 4-х, 5-ти рядов, отделенных друг от друга долинами. В юго-восточной части вала, более пологой и низкой, виден довольно большой кратер.

Пикколомини *(Piccolomini)* — большой цирк с диаметром в 87 верст, весьма глубокий. Благодаря своему положению на лунном диске он является очень удобным для наблюдений. Вокруг него высокий вал, с многочисленными террасами.

На северо-восток от цирка тянется длинная трещина, которая начинается на самом скате вала. К ней с юга примыкает другая. Интересны северные окрестности Пикколомини. Эта местность вся в горах, с высоким крутым обрывом, высокими утесами. Вид ее совершенно меняется сообразно с освещением.

Цирк *Fracastor*, имеющий вид бухты того моря (Mare Nectaris), к которому он примыкает. Обломки его вала видны с северной стороны в виде отдельных пригорков. Южная часть цирка выше северной, в ней видно несколько кратеров.

Mare Nectaris — небольшое море с резкими границами, светло-серого цвета, через которое тянутся несколько хребтов.

К северу от этого моря стоит двойной кратер *Jsidorus* и *Capella* — оба чрезвычайно глубокие. У Капеллы вал широкий и полого спускается наружу, но внутрь крутой обрыв. В трех местах он порван глубокими долинами, имеющими вид трещин. Внутри виднеется центральная горка.

На запад от Mare Nectaris интересны кратеры *Goclenius* и *Guttenberg*. Последний имеет вид груши. К нему примыкает горная цепь *Пиренеи*, которая тянется по направлению к югу.

Goclenius имеет вид эллипса. Его вал местами очень крут, кое-где выдаются отдельные вершины. Между этими кратерами много трещин, некоторые из них заметить весьма нетрудно. Одна пересекает самый кратер Goclenius. Три трещины видны еще по направлению к северо-востоку от Гуттенберга.

Наконец, на восток от Mare Nectaris обращают на себя внимание три сомкнувшиеся в ряд кратера: *Theophilus*, *Cyrillus* и *Catharina*. Последние два соединяются между собой долиной, а Феофил даже совсем вторгается в Кирилла. Это ясно указывает на то, что Theophilus более нового образования, чем Cyrillus. Более раннего происхождения, надо думать, Catharina. Вся эта местность богата интересными подробностями. Известные селенографы[1]) Nasmyth и Carpenter утверждают, что *подробное* описание ее одной составило бы немалый том.

От Piccolomini до Catharina тянется цепь Алтайских гор.

На север от Феофила лежит огромное море — *Mare Tranquilitatis*,

[1]) По-гречески *ἡ σελήνη*—луна.

совершенно серое, ровное, по которому только в полнолуние тянутся светлые лучи. На этом море, впрочем, много кратеров. Между ними особенно замечателен *Plinius*. Это довольно большой цирк с диаметром в 48 верст. Внутри его поднимается светлая центральная горка, она лежит очень глубоко, но высота вала над поверхностью незначительна. Окрестности Плиния богаты различными неровностями, которые доходят до горной области — *Haemus*, представляющей собой юговосточную границу другого большого моря — *Mare Serenitatis*.

Haemus дугой спускается до самых Аппенин. Эта цепь очень красива, благодаря своим ярким возвышенностям. В полнолуние она блестит вся. Еще интереснее Haemus за день до последней четверти, когда перед глазами выступают рельефно мелкие ее подробности. Наиболее высок северный скат у кратера Менелая. Здесь видны также три глубокие долины.

Mare Serenitatis — резко ограниченное, темное море эллиптической формы, которая является следствием перспективы. На самом деле море почти круглое. На юге заметен скат, по которому ясно увидим, что Mare Serenitatis много глубже, чем Mare Tranquilitatis. Mare Serenitatis со всех сторон окружено горами. На юге и на юго-востоке тянется Haemus, на востоке к нему отчасти примыкают Аппенины, севернее — *Кавказ*, отличающийся высотой своих гор с многочисленными долинами, на западе — *Taurus*. Поверхность моря неодинаковой яркости, внутренняя часть светлее и во время полнолуния отливает зеленым цветом, который, впрочем, заметить нелегко; она несомненно также глубже, чем края. Когда на Mare Serenitatis падает граница света и тени, на нем видно множество неровностей, которые в виде червячков тянутся по всей его поверхности. Много также кратеров. Особенно интересна горная жилка в западной части моря, которая от кратера Посидония идет на юг к Плинию. Mare Serenitatis очень красиво за день до последней четверти, когда горы, его окружающие, видны довольно рельефно. Интересна светлая стрелка на западе, которая свесилась со светлой части Луны в темную пропасть. Это верхушка горного хребта, для которого солнце заходит.

В научном отношении очень интересна восточная часть моря. Здесь стоял прежде кратер *Линней*, который ясно видели Riccioli, Lohrmann, и Mädler. Теперь этот кратер исчез. От него остались жалкие остатки, которые видны только при хороших атмосферных условиях в сильные трубы.

На северо-западной границе Mare Serenitatis лежит большой цирк *Posidonius*, 94-х верст в диаметре. Кроме главного вала, параллельно ему, внутри идет еще горная бороздка, в некоторых местах довольно высокая. Внешний вал очень крут, с широкими по местам оврагами. Posidonius особенно красив дней 6 после новолуния. На юго-запад от Посидония к кратерам Römer и Littrow есть несколько трещин, из которых некоторые сравнительно очень доступны. Наибольшая из них начинается у кратера Littrow и тянется к северу до Lacus Somniorum.

В *средней* части лунного диска, на которой рельеф выступает около первой четверти, в ту и другую сторону, приблизительно один день, интересны: на север от Mare Serenitatis два кратера: Aristoteles и

Eudoxus (рис. 59), которые стоят близко друг к другу и очень похожи один на другой. Аристотель окружен валом, очень сложного строения, с многими террасами и высокими отдельными вершинами, из которых одна выдается на востоке, другая на западе. Наружи от него, по трем направлениям: к северовостоку, к северо-западу и к юго-западу идут ряды параллельных горных хребтов, невысоких, но довольно интересных в геологическом отношении. Эти направления выделяются и при Эвдоксе, но менее. Сам Эвдокс также очень глубокий цирк, с многими аномалиями.

На восток от этих двух кратеров, на границе огромного моря Дождей (Mare Imbrium), тянется с юго-запада на северо-восток горная страна *Альпов*. Она пересекается поперек долиной Альпов, очень широкой, крутой и страшно глубокой, особенно на востоке. Эта долина соединяет высокое Mare Frigoris с низким Mare Imbrium. Интересны ее отдельные подробности. С высокого плато Альпов в нее спускаются множество других мелких долин. Наиболее высокая вершина в Альпах зовется Mont Blanc.

Plato — огромный цирк. Его диаметр равняется 90 верстам. Вал довольно узкий, зазубренный, центральной горки нет. Особенно интересно дно цирка. Оно привлекало внимание многих исследователей. Светлые точки и полосы, которые в большом числе тянутся по поверхности, несомненно изменяют свою яркость. Изменяется также окраска поверхности. При этом нетрудно заметить правильную периодичность. Когда солнце на горизонте, цвет внутренней части цирка совершенно серый и яркость ее $2^1/_2°$. Чем выше солнце, тем яркость становится больше, но недолго. При высоте солнца в 20° яркость опять начинает убывать и несколько после полнолуния поверхность имеет цвет темной стали при яркости не более $1^1/_4°$. Окрестности Plato отличаются суровым характером, с бесчисленными бугорками, кратерами, гребнями небольших возвышенностей. При благоприятных условиях видны трещины.

Как раз над Plato, на темном фоне моря выдается отдельная горка *Pico*, высота которой доходит до 8000 футов. Она заметна и в полнолуние, как яркая точка (8°). К югу от нее возвышается еще горка в 6000 футов, кругом много кратеров, на западе тянется небольшой гребень возвышенностей.

На юге-западе море Дождей ограничено *Аппенинами*. Эта самая большая, самая интересная горная цепь на Луне. Она идет дугой с юго-востока на северо-запад. К морю она круто обрывается. В противоположном направлении она опускается постепенно широким скатом.

Особенно интересны Аппенины день спустя после 1-й четверти (рис. 55). Здесь мы найдем бесконечное число отдельных вершин, кратеров, бугорков, которые поднимаются друг на друга, сталкиваются и перепутываются; видны большие долины. Интересно следить за постепенным увеличением освещенной поверхности. Вдруг загорится точка, другая, они растут все больше и больше и сливаются с общей массой. Там, где прежде лежала тень, ее больше нет. Тень появилась дальше. Наиболее высокие вершины в Аппенинах: Bradley (16 000 ф.) и Huygens (20 000 ф.).

На юго-востоке к Аппенинам примкнул кратер *Эратосфен* с весьма интересной горкой внутри и валом, в котором можно различить широкие террасы.

А к северу от Аппенин обращают на себя внимание три кратера: *Autolycus*, *Aristillus* и *Archimedes*. Они стоят на поверхности моря Дождей.

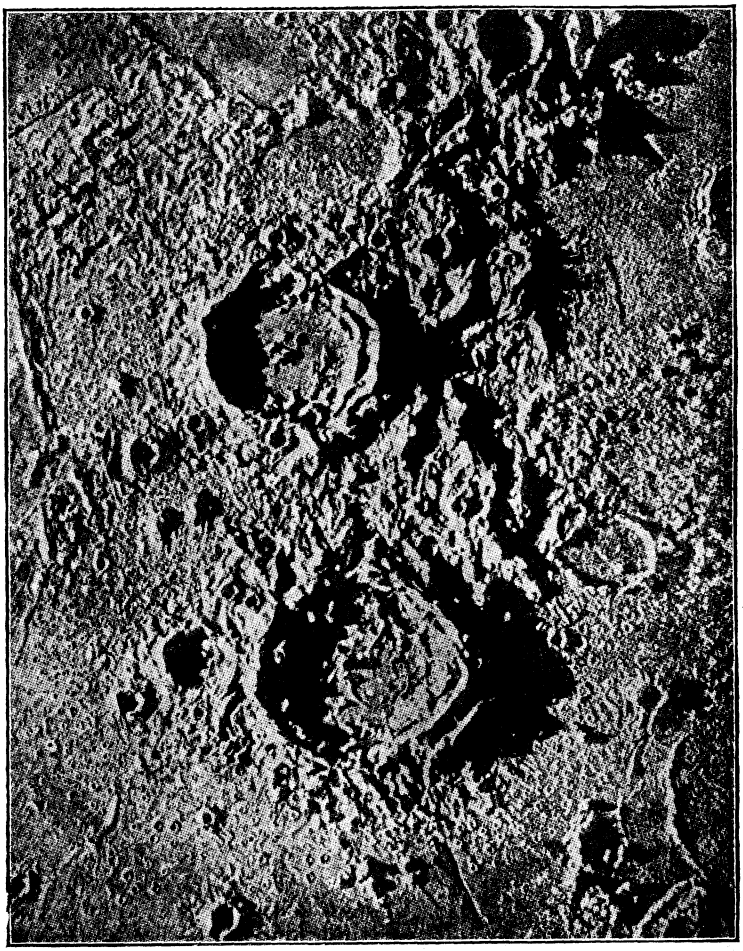


Рис. 59. Цирки: Аристотель и Эвдокс (по Nasmyth'у).

Autolycus и Aristillus весьма похожи друг на друга в отношении глубины и строения вала. Первый имеет в диаметре 34 версты. Во все стороны от него тянутся гребни гор и небольших бугорков. На юге поднимаются довольно высокие горы. Диаметр Аристилла равняется 51-й версте. Центральная горка его имеет несколько вершин. От вала по всем направлениям спускаются гребни возвышенностей. Во время полнолуния Aristillus является центром системы светлых лучей, но слабых и коротких.

Архимед отличается от двух предыдущих кратеров своей величиной (75 верст) и отсутствием центральной горки. Дно его почти совершенно чисто и гладко. При высоком положении солнца видны на дне светлые полосы, неодинаковой яркости, которые идут от востока к западу. Вал Архимеда имеет снаружи террасы и отдельные возвышенности, местами

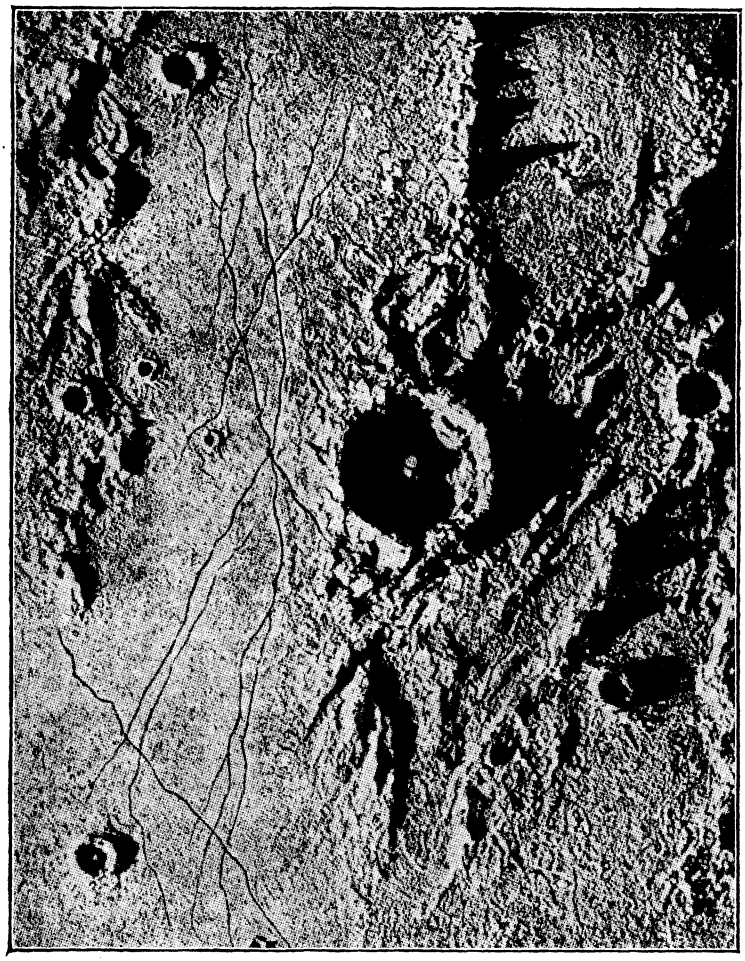


Рис. 60. Цирк Triesnecker и Rillen около него (по Nasmyth'y).

прерывается долинами. Снаружи к нему примыкают невысокие гребни гор. Наоборот, с внутренней стороны он совершенно правильный и не очень глубок. На юге от Архимеда тянутся большие горные хребты с глубокими оврагами, видно много отдельных бугорков. При хороших изображениях здесь заметно несколько широких трещин. На север от Архимеда также тянется трещина, на западе от Автолика и Аристилла еще. Но

особенно хорошо видны трещины у Аппенин, которые идут зигзагами по одному направлению с горной цепью.

День спустя после первой четверти весь этот ландшафт с Аппенинами и Эратосфеном представляет самое красивое место на лунной поверхности.

За Аппенинами к юго-западу лежит *Mare Vaporum*, а дальше к югу *Sinus Medii*. Пространство между этими морями и Mare Tranquilitatis замечательно по своим *огромным трещинам*. Некоторые из них видны даже при увеличении раз в 40. Особенно выдаются трещины у кратеров: *Ritter*, *Ariadaeus*, *Hyginus* и *Triesnecker*. Большая трещина у кратера Ariadaeus настолько длинна и широка, что может быть видима в двухдюймовую трубу. Она начинается на юго-востоке от кратера Boscowich и имеет вид долины, дальше она в горной области суживается и делается круче, потом опять расширяется. По бокам к ней примыкают другие трещины.

Трещина Hyginus'а также начинается долиной, дальше она постепенно суживается, делается обрывиста. В одном месте она опять расширяется, так что на первый раз кажется, что она проходит через небольшие кратеры. Она *пересекает* кратер Hyginus и идет дальше по направлению к юго-западу, постепенно расширяясь почти к самому кратеру Agrippa.

Несколько труднее наблюдать трещины Triesnecker'а. Здесь целая масса Rillen, но они короче и уже предыдущих. Многие видны только в самые большие трубы (рис. 60).

При высоком положении солнца трещины являются нежно-светлыми линиями, немного темнее, чем окрестности.

На юге от Triesnecker'а лежит *Hipparchus* — огромная равнина, окруженная неправильным валом с большим числом кратеров, углублений, долин, обломков. От севера к югу Гиппарх имеет протяжение в 145 верст, а с востока на запад — 132 версты. Внутри его много различных возвышенностей, небольших кратеров и трещин.

Еще южнее виден *Albategnius*, который в полной красоте является перед нами за $^1/_2$ суток до первой четверти. Замечательно, что дно этой равнины совершенно чисто, только несколько бугорков виднеется да высокая цепь тянется на восток от центра. Вал Albategnius'а крут и высок, с различными долинами и углублениями. На востоке к нему примыкает большой кратер, с высоким валом и центральной горкой, который касается его и кратера Parrot'а.

На восток от Albategnius'а обращают на себя внимание три большие цирка: *Arzachel*, *Alphonsus и Ptolomaeus*, которые примыкают друг к другу, образуя систему, весьма похожую на систему: Theophilus, Cyrillus и Catharina (рис. 61).

Arzachel имеет в диаметре 99 верст, окружен правильным валом, в котором видно много террас, долин, отдельных вершин и кратеров. Близ высокой центральной горки его виднеется еще глубокий кратер.

Alphonsus также имеет центральную горку с яркой вершиной. Вал его весьма сложного строения. Внутри, к югу от центральной горы, видны

два светлых пятна и несколько черных, особенно заметных в полнолуние. Эти пятна изменчивы, точное исследование их весьма желательно.

Диаметр Альфонса 124 версты.

Еще больше Птоломей. Он имеет в диаметре 161 версту. Вал Птоломея состоит из высоких гор, не имеющих между собой определенной связи. На юге большой промежуток, через который соединяется внутренняя часть Альфонса с внутреннею частью Птоломея. На восток большая горная страна со многими высокими вершинами, которые отделены друг от друга длинными, извилистыми долинами. В северо-западной части Птоломея поднимается высокое плато.

Из более южных цирков интересны большие цирки *Maurolycus* и *Stöfler*. Они стоят рядом, один на восток от другого.

Maurolicus окружен высоким валом очень сложного строения, с большим числом кратеров. В западной части он имеет длинную долину в роде трещины. Внутри цирка много невысоких гор. В полнолуние здесь видны 12 слабых светлых лучей, которые идут от одной горы к юго-восточной части вала.

Вал Stöfler'a на востоке состоит из широкого плато, которое пересекается многими высокими горными цепями. На юге вал выше и от него тянутся внутрь несколько отростков. Он прерывается здесь двумя небольшими, но очень глубокими кратерами. На западе вал образует неправильное треугольное плато с многочисленными углублениями и долинами. Местность эта суровая. На севере, наоборот, вал ниже и положе. Также и внутренность почти совершенно ровная, с небольшим числом отдельных бугорков и кратеров. В полнолуние видно несколько светлых лучей.

Licetus на юге от Stöfler'a интересен тем, что внутренняя поверхность его пересекается четырьмя поперечными валами, которые, впрочем, значительно ниже главного.

В той части лунной поверхности, которая открывается перед нами спустя 8—11 дней после новолуния, можно указать следующие об'екты для наблюдений:

Clavius — огромный цирк, 213 верст в диаметре. Он красив и интересен своими подробностями.

Любопытно следить за его появлением при восходе солнца в этой местности. Сначала показывается одна светлая точка — это загорелась высокая вершина на западном валу. Скоро эта часть вала освещена вся, образуется бухта с светлым ободком по краям и темной внутренностью. Через некоторое время и в этой бухте начинают появляться светлые точки, которые постепенно растут все более и более. Появляется гребень восточного вала и т. д. В западной части вал очень высок. Некоторые вершины его имеют слишком 16 000 футов над внутренней поверхностью. Наружу он спускается полого, внутрь обрывисто. На севере вал ниже, на востоке опять поднимается. Внутри цирка много больших кратеров, которые также во многих отношениях интересны. По направлению к Тихо идет широкий скат, на котором много горных гребней, углублений и кратеров.

Maginus — к севере-западу от Clavius'a, огромный цирк с интересными террасами, группами вершин, оврагами, глубокими кратерами в валу. Посередине — невысокая центральная горка, рядом с ней кратер. На

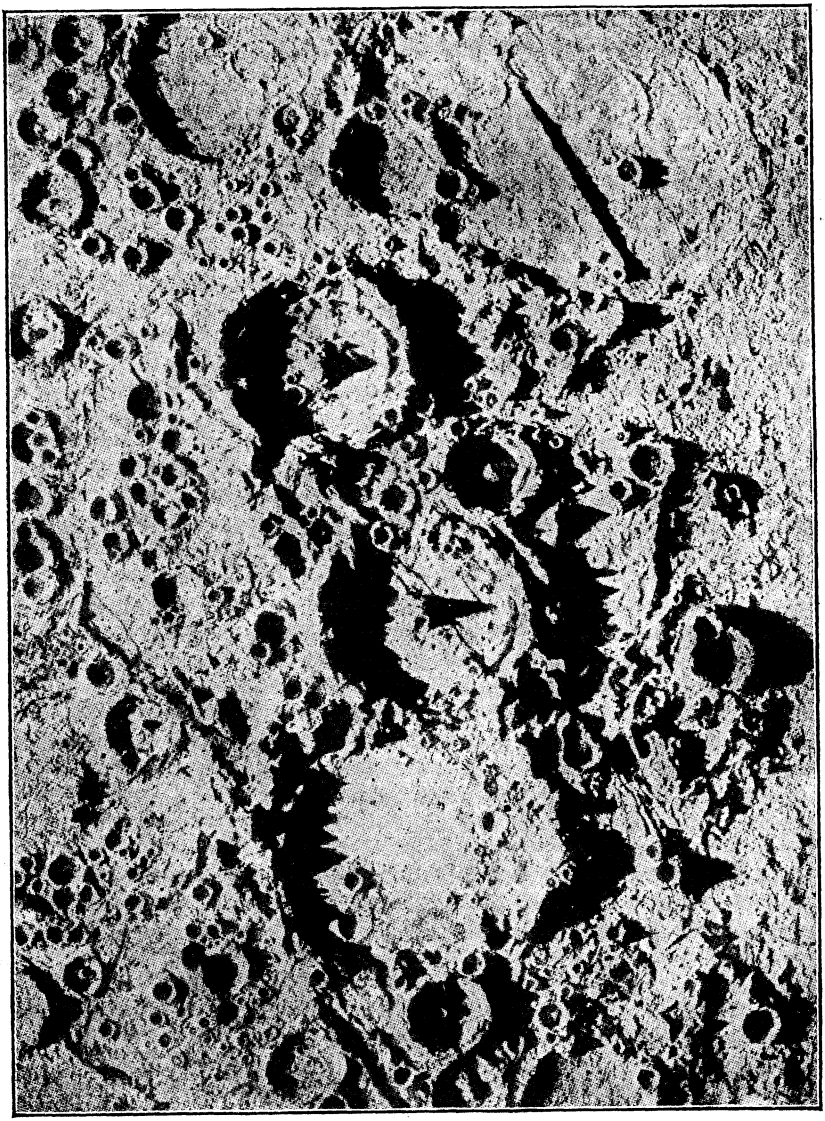


Рис. 61. Цирки: Ptolomaeus, Alphonsus и Arzachael (по Nasmyth'y).

севере видна долина, похожая на *трещину*, которая пересекает 5 углублений; параллельно ей тянутся еще несколько. К северо-востоку вал образует широкое плато, круто обрывающееся наружу. Во время полнолуния *Maginus* не виден, можно разглядеть только некоторые отдельные точки.

Tycho, наоборот, особенно выдается в полнолуние, когда он является центром огромной системы светлых лучей. Он настолько в это время ярок, что заметен даже иногда невооруженным глазом, во всяком случае виден в бинокль. Лучи от Тихо идут на громадные расстояния, через долины и горы. В их блеске исчезают огромные цирки. Выдается только один Тихо с своим ярким валом. Но его трудно бывает найти, когда солнце для данной местности стоит невысоко. Слишком много вокруг Тихо похожих на него цирков. Нужно хорошо знать местность, чтобы отличить его. Тихо имеет в диаметре 81 версту. Его вал круглый, широкий, с многими террасами внутри и снаружи. В середине возвышается центральная горка. Внутренние террасы довольно широки и идут рядами, которые отделены друг от друга глубокими долинами, имеющими вид трещин. Наружный вал к своему основанию теряет всякую правильность и переходит в беспорядочную, запутанную группу гор. Вокруг Тихо много различных возвышений и углублений.

На южной границе большого моря Mare Nubium мы найдем цирки: *Pitatus* и *Hesiodus*, *Cichus*, *Mercator* и *Campanus*.

Pitatus довольно большой цирк с крутым обрывистым валом. С юга к нему примыкают горы, идущие от Тихо. На северо-востоке вал пониже. В том месте, где примыкает Hesiodus, вал порван. С южной стороны этих *ворот* поднимается высокая вершина. Внутри видна центральная горка. К западу от Pitatus лежит неправильная светлая равнина, которая выше, чем дно цирка.

Hesiodus на восток от Pitatus, с высоким валом на западе и юге. На севере вал ниже и порван в двух местах. На юго-востоке виден глубокий кратер, севернее которого поднимается вершина. Внутренняя поверхность Гезиода, по наблюдениям Медлера, ярче, чем в Pitatus.

Cichus — с широким валом, довольно крутым и обрывистым. В восточной части есть кратер, который, по новым наблюдениям, оказывается больше, чем был прежде. На внешнем скате вала видны террасы. На север от Cichus тянется широкая цепь гор, почти плато. Она пересекается большими трещинами, идущими от кратера Campanus. На юге ряд параллельных горных гребней.

Mercator соединяется с цирком Campanus горным хребтом. Другая горная цепь идет к Cichus. Центральной горы нет. На юге — широкое плато, покрытое высокими гребнями гор с долинами.

Campanus имеет крутой вал с террасами. Внутренность его ровная. Видны только центральная горка да два небольшие кратера.

Далее интересен *Capuanus* — круглый цирк с небольшим валом, который на севере порван. На юге поднимаются три большие кратера. К северу от Capuanus'а тянется темносерая равнина, через которую проходит большая трещина от восточного края Гезиода. У этого цирка она широка и плоская, дальше на восток уже, глубже и круче.

Почти на восток (немного к северу) от Capuanus'а лежит небольшой, но во многих отношениях интересный кратер *Ramsden*. Он стоит совершенно отдельно на равнине. Его вал в некоторых местах довольно высок

и ярко горит в полнолуние. Центральной горки нет. В большое увеличение можно заметить, что вал порван узкими трещинами. Особенно замечательна на западе от Рамздена система Rillen, которую легко можно наблюдать в малую трубу. Интересен также малый кратер между Capuanus'ом и Ramsden'ом, который почти весь наполнен еще меньшими кратерами. Это возможно заметить, впрочем, только при хороших оптических средствах.

В северной части моря Mare Nubium мы находим интересную группу, состоящую из трех кратеров: *Fra Mauro*, *Bonpland* и *Parry*.

Первый представляет собой развалины большого цирка, у которого во многих местах совсем уже вала нет, в других он очень низок. Внутри цирк покрыт бугорками, гребнями гор, кратерами.

Bonpland меньше по размерам Fra Mauro и более его сохранился. Хотя вал Bonpland'а совершенно разрушен, но его можно проследить почти весь. Здесь видны интересные большие овраги.

Parry — вполне уцелевший цирк с ясным валом, в котором видна одна из самых ярких вершин на лунном диске.

В этой местности интересна трещина, которая начинается к северу от Fra Mauro, проходит по нему и направляется к Parry, пересекает последний и теряется в южной равнине. На востоке есть еще трещины через Bonpland, но они менее доступны.

Близ центра лунного диска на восток от залива Sinus Medii есть кратер *Schröter*. Этот кратер сравнительно небольшой, неправильной формы, с ровным и неглубоким дном и сам по себе ничего особенного не представляет, но на север от него простирается одна из самых интересных и удивительных местностей на всей лунной поверхности. Это — широкое, но невысокое эллиптическое плато, усыпанное бесконечным числом бугорков, короткими гребнями гор и целой системой долин. Здесь такая масса отдельных подробностей, что почти совершенно невозможно в них разобраться. Общий вид поразительно меняется с освещением. По мере того, как поднимается солнце и освещаются новые бугорки, пропадают старые. Особенно интересен ряд валов, открытых в 1822 году Gruithuisen'ом, которые приводили в удивление многих наблюдателей своей совершенной правильностью. Они имеют вид искусственных укреплений.

На северо-восток от Schröter'а стоит *Коперник* (рис. 62) — один из самых больших и *красивых* цирков. Особенно интересен он два дня спустя после 1-й четверти. Его диаметр равняется 85 верстам. Он окружен несколькими валами, слоями налегающими один на другой. Форма их несовсем круглая. Наиболее высок средний вал, который богат также различными неровностями и отдельными вершинами. Внутрь вал более обрывист, с террасами. Наружу идут по всем направлениям длинные отростки, между которыми тянутся глубокие долины. Внутри цирка возвышается центральная горка с тремя главными вершинами, пятью более низкими и менее светлыми. Коперник со всех сторон окружен возвышенностями, которые расходятся от него радиусами. Некоторые начинаются прямо у вала, другие несколько отступя. Особенно много мелких кра-

теров с северной стороны. При соответственном освещении, когда эти кратеры полны тени, длинный ряд их производит впечатление бороздки (Rille). Во время полнолуния Коперник является светлым пятном, от которого по всем направлениям далеко расходятся яркие светлые лучи, так что он является центром обширной площади, залитой ярким блеском.

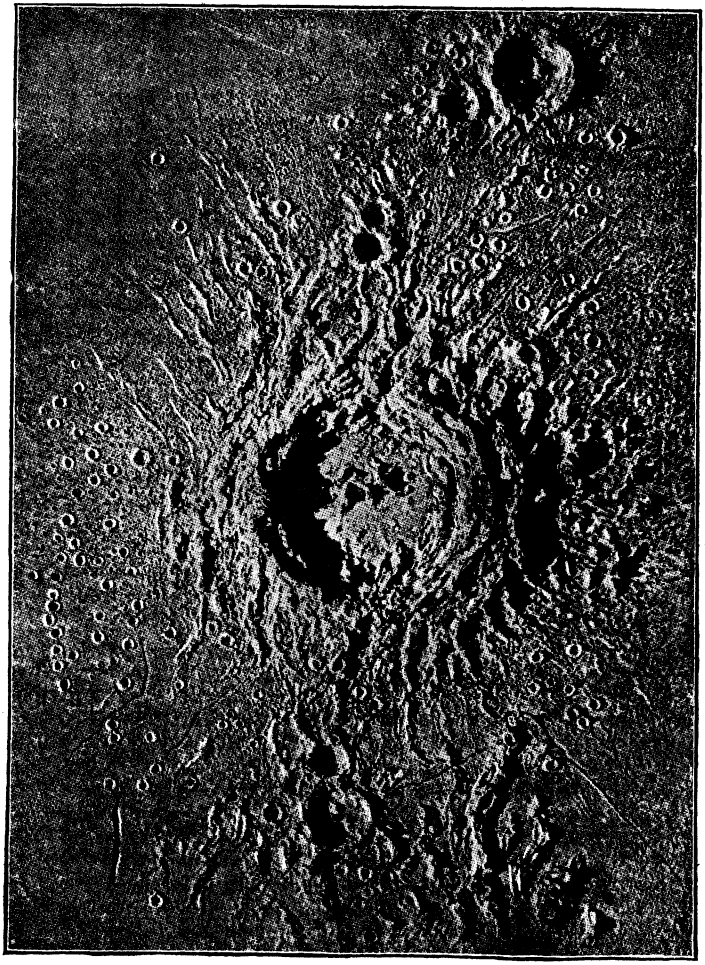


Рис. 62. Цирк Коперник (по Nasmyth'у).

В середине этой площади выдается еще более светлое колечко — это блестит освещенная верхушка вала.

К северу от Коперника мы находим *Карпаты*. Это длинная цепь, в которой горы распределены кучками. Одна масса гор отделена от другой большими долинами и связана только небольшими возвышениями. Карпаты представляют собой южную границу моря Дождей, как Аппенины — юго-западную, а Кавказ и Альпы — западную.

О самом *море Дождей* придется сказать немного. Оно больше интересно своими границами. Поражает впрочем величина его. Mare Imbrium в 5 раз больше, чем Mare Crisium. В длину он тянется на 1120 верст, а в ширину на 1017. Яркость его поверхности в различных частях различна. Наиболее светлая часть моря у кратера Архимеда. Кое-где тянутся светлые лучи. На море мы найдем много горных хребтов, преимущественно невысоких и широких. Отдельные части моря носят особые названия. Так, есть, например, Palus Nebularum — к северо-западу от Архимеда или еще Sinus Iridium. Последний представляет собой бухту моря Дождей. Он особенно интересен 10 дней после новолуния, когда отчетливо видна горная цепь, отделяющая его на севере от остальной поверхности Луны. Цепь эта имеет вид неправильной подковы с несколькими придатками. В ней можно также, если всмотреться внимательнее, различить фигуру женщины с распущенными длинными волосами. Горы эти поднимаются над уровнем залива весьма высоко. Отдельные вершины доходят даже до 20 000 футов.

В самой восточной части лунного диска находится огромная равнина *Oceanus Procellarum* без определенных границ. На северо-западе она примыкает к морю Дождей, на юго-западе граничит с Mare Nubium, на юге — с Mare Humorum. Море это имеет много различных бухт, заливов. По его поверхности тянутся несколько горных цепей (например, Riphaen). Из кратеров, которые мы находим здесь, особенно замечательны:

Aristarchus и *Herodotus* — два довольно широкие цирка, стоящие рядом, к северо-востоку от Коперника.

Аристарх, между прочим, отличается необычайной яркостью, которая сильно даже мешает исследованию его внутренней поверхности. Центральная горка Аристарха — самая светлая точка на всей лунной поверхности. Ее яркость — 10°. На востоке вал Аристарха расширяется в плато и посылает к Геродоту высокий гребень гор. Здесь видны два кратера. На севере — окрестность горная, с самыми разнообразными образованиями. В полнолуние Аристарх является центром яркой системы светлых лучей.

Что же касается *Геродота*, то из его особенностей более замечательна — огромная трещина, которая видна даже при увеличении в 40 раз. Она начинается от небольшого кратера на северо-востоке от Геродота, делает массу извилин и подходит к Геродоту с севера. Сначала она уже, потом значительно расширяется и делается круче. Под конец опять суживается. Диаметр Геродота равняется 39 верстам. На его валу можно разглядеть две высокие вершины, из которых одна горит очень ярко.

Кеплер — на восток от Коперника, имеет 33 версты в диаметре, очень глубокий, с светящимися верхушками вала. Окрестности его почти абсолютно ровны. Благодаря этому, весьма нетрудно зарисовать те светлые лучи, которые в полнолуние видны вокруг Кеплера. На западе эти лучи соединяются с светлыми лучами Коперника.

Grimaldi — огромный цирк у самого восточного края диска, так что он является для нас длинным, но чрезвычайно узким. Настоящие его

размеры в направлении от S к N — 222 версты, а в направлении с W на O — 194 версты. Его внутренняя поверхность очень темна, так что при благоприятных обстоятельствах он виден даже простым глазом (особенно при восходе Луны). Это скорее не цирк, а равнина, в роде тех, которые получили названия морей. У него нет обыкновенного вала. Он окружен рядом горных цепей, которые в различных местах порваны оврагами и долинами. Две долины на западе поднимаются довольно высоко, между ними проходит трещина.

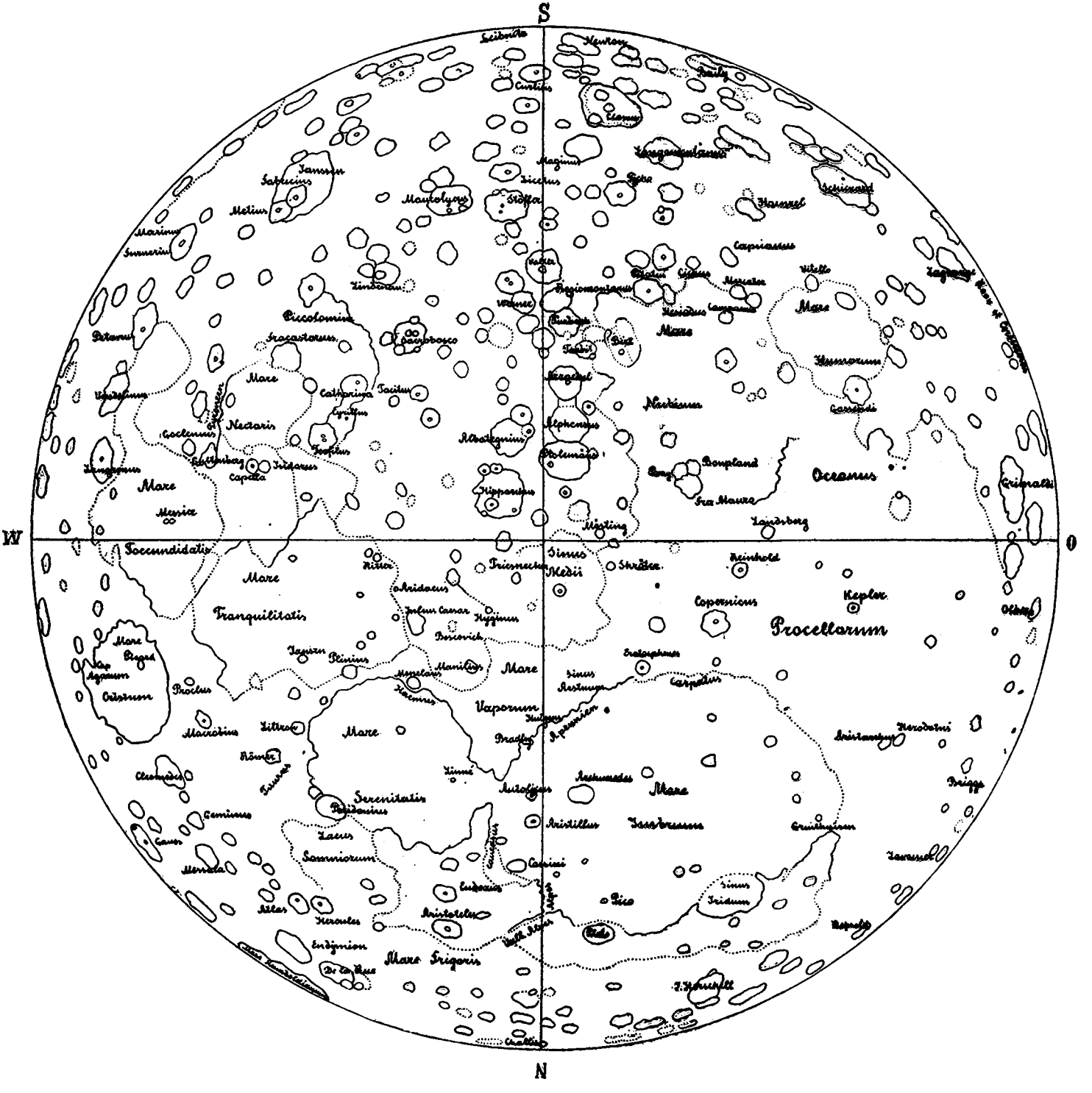
Gassendi на южной границе Mare Humorum — большой, высокий цирк, имеет 82 версты в диаметре. Его вал очень крут и в некоторых местах достигает до 10 000 футов высоты. На востоке он имеет длинное эллиптическое углубление, весьма светлое во время полнолуния. На севере он прерван большим кратером. Дальше на северо-западе интересна огромная груда обломков. В центре цирка поднимается целая группа центральных горок. Она состоит из трех отдельных частей, между которыми лежат глубокие долины. Особенно красива западная часть. Внутри Gassendi тянутся несколько гребней невысоких гор, можно видеть также трещины, которых здесь очень много, большая часть их впрочем очень слабы.

На север от Gassendi лежит ложкообразный кратер, с довольно высоким валом, а на юго-востоке к кратеру Mersenius простирается широкое плато с крутым обрывом к Mare Humorum. По этому плато тянется ряд параллельных гор и несколько трещин.

Mare Humorum — небольшое, но довольно заметное море. Вследствие перспективы оно является для нас эллиптическим, хотя на самом деле почти круглое. По направлению от S к N оно имеет 395 верст, а с W к O — 430. Поверхность его довольно темная. При благоприятных условиях заметна зеленоватая окраска. С южной стороны над морем возвышается цирк *Vitello*. Он замечателен, главным образом, своей центральной горкой, вокруг которой идет другой вал, несколько ниже, чем сама центральная гора. Этот вал, впрочем, может быть наблюдаем только при хороших атмосферных условиях. Между Vitello и Campanus видны трещины. Дня два после 1-й четверти особенно явственны три, параллельные друг другу, которые идут к востоку от Campanus. Они очень интересны, так как проходят по дикой, гористой местности.

Близ юго-восточного края лунного диска выдается огромный цирк *Schickard*. В направлении от N к S он имеет 200 верст. Форма его эллиптическая вследствие перспективы, очертания крайне извилисты. Его вал весьма сложного строения, со многими вершинами, террасами, широкими отрогами, в некоторых местах он прерывается отдельными горами, глубокими впадинами, оврагами и длинными долинами. Внутренняя поверхность его очень ровная, но с различной окраской.

Кроме тех изменений в лунном ландшафте, о которых мы говорили: исчезновение кратера Линнея, изменение формы и размеров в одном из кратеров Мессье — констатированы некоторыми известными наблюдателями и другие подобные факты. Но в общем надо признать, что больших изменений на Луне нет. Более возможны мелкие, местные. Поэтому-


S
W
O
N
Mare Tranquilitatis
Mare Fecunditatis
Mare Nectaris
Mare Crisium
Mare Serenitatis
Mare Vaporum
Mare Frigoris
Mare Imbrium
Oceanus Procellarum
Sinus Medii
Sinus Aestuum
Sinus Iridum
Mare Humorum
Mare Nubium
Mare Humboldtianum
Mare Marginis
Mare Smythii
Mare Orientale
Mare Australe
Mare Insularum
Mare Cognitum
Mare Undarum
Mare Ingenii
Mare Moscoviense
Mare Fecunditatis
Mare Tranquilitatis
Mare Nectaris
Mare Crisium
Mare Serenitatis
Mare Vaporum
Mare Frigoris
Mare Imbrium
Oceanus Procellarum
Sinus Medii
Sinus Aestuum
Sinus Iridum
Mare Humorum
Mare Nubium
Mare Humboldtianum
Mare Marginis
Mare Smythii
Mare Orientale
Mare Australe
Mare Insularum
Mare Cognitum
Mare Undarum
Mare Ingenii
Mare Moscoviense


S
N
W
O

то и важно собрать больше материала, чтобы можно было судить о тех силах, которые проявляют свое действие на лунной поверхности. Необходимы тщательные исследования мелких деталей лунной поверхности с помощью подробных описаний и лучших карт, на которые мы указали выше. Но при этом нужно быть крайне осторожным, так как вид данной части лунной поверхности в большой степени зависит от освещения, под которым она находится в момент наблюдения. Большое значение имеет также либрация. Нужно научиться исключать эти посторонние влияния и рассматривать всякое намеченное место при различных условиях впродолжение долгого времени.

По тому виду, в каком являются для нас Rillen, мы можем принять их за трещины в коре, вследствие ее сокращения, и нет ничего невозможного в предположении, что эти трещины появляются иногда и теперь. По крайней мере многими наблюдателями высказаны подозрения, что некоторые трещины в настоящее время шире и яснее, чем при прежних наблюдениях. Много открыто и новых, которых прежде не видали.

Интересны также изменения яркости различных пунктов лунной поверхности. Примером может служить кратер *Werner* (на север от Stöfler'a). В северной части его вала у него есть небольшая равнина — во времена Медлера одна из самых ярких точек на всей лунной поверхности, яркость которой оценивалась 10°. Теперь яркость ее гораздо слабее.

Мы видели также, как периодически меняется освещение внутренней поверхности цирка Platò. Очевидно, здесь под лучами солнца развиваются особые образования — род облаков.

Во многих и других случаях мы можем наблюдать загадочные, непонятные для нас изменения в ландшафте, часто только временные.

К таким местностям принадлежит, между прочим, область на север от Аристарха, область между Архимедом и Аппенинами, а также между кратерами: Julius Caesar, Agrippa, Boskowich и Hyginus, где некоторые наблюдатели видели такие трещины, которые, *непонятно* почему, ускользали от других. В этом отношении замечательна особенно трещина, соединяющая большие трещины кратеров Hyginus'a и Ariadaeus'a, которую открыл Gruithuissen, при чем она представлялась ему то изогнутой, то прямой. Этой трещины не видели ни Lohrmann, ни Mädler. Но Schmidt и Klein видели отчетливо, хотя последний, как свидетельствует он сам, искал ее много раз совершенно безуспешно.

ГЛАВА XIII.

Затмения.

Солнечные затмения. Лунные затмения. Покрытие звезд Луною и планетами.

Солнечные затмения. О солнечных затмениях нам придется сказать немного. Главный интерес представляют *полные* солнечные затмения. Но эти явления слишком редки и для каждого из них возможны отдельные специальные наставления. В данном случае мы ограничимся *частными* затмениями.

Солнечное затмение может быть только в *новолуние*. Происходит оно оттого, что луна закрывает от нас солнце.

Для различных мест земной поверхности солнечное затмение случается в различные моменты, вместе с тем и неодинаковые части солнечного диска покрываются луной.

Важно заметить моменты начала и конца явления.

Интересно также проследить, как подвигается Луна, постепенно закрывая различные части солнечного диска, особенно если на пути ее есть пятна или факелы. По краям лунного силуэта можно различить горы. Во время затмения 1899. IV. 7, например, они выступили чрезвычайно резко.

Обыкновенно частное солнечное затмение проходит совершенно незаметным для большой, неподготовленной к явлению публики. Если остается даже небольшая, сравнительно, часть солнечного диска — ее блеска вполне достаточно для поддержания обычного дневного освещения и ничто не вызывает нашего особенного внимания к солнцу.

Довольно эффектны *кольцеобразные* затмения, когда луна закрывает середину солнечного диска, оставляя по краям узкий светлый ободок. Ширина ободка в различных его частях в общем случае неодинакова. Это зависит от места наблюдателя на земной поверхности. Кольцо одинаковой ширины по всей окружности видит только тот наблюдатель, который находится в области *центрального* затмения, т. е. для которого центр Луны проэктируется в центр солнца.

Если нет трубы, то солнечное затмение можно наблюдать простым

глазом через закопченное стекло или проэктируя солнце через небольшое отверстие на стену в темной комнате.

Надо всегда помнить, что солнце начинает темнеть с *западной* стороны.

Лунные затмения отличаются от солнечных, главным образом, тем, что случаются для всех мест земной поверхности в *одно* время и в *одинаковой* фазе, т. е. во всех местах, где Луна взошла над горизонтом, видят потемневшей одну и ту же часть ее диска.

Лунные затмения бывают всегда во время *полнолуний*, когда Луна попадает в конус тени, который отбрасывает земля, освещенная с противоположной стороны солнцем.

Этот конус тени, как известно, окружен еще конусом *полутени*, но вступление Луны в полутень остается для нас почти незаметным, потому что ослабление ее блеска при этом очень мало. Затмение начинается только тогда, когда Луна дойдет до тени.

Кроме моментов начала и конца затмения, интересно замечать моменты прикосновения тени к различным кратерам и не только при нахождении на них, но также непременно и при схождении. Для этого удобно вперед разобраться в лунном ландшафте и наметить те кратеры, которые будут покрываться.

Не забудем, что сначала попадает в тень *восточный* край лунного диска.

Следует обратить внимание на *край* тени. Он оказывается всегда неровным, зазубренным — это горы Земли проэктируются на Луну и мы можем даже признать их, так как нетрудно сообразить, для какой области земного шара Луна находится в данный момент на горизонте.

От этих зазубрин надо отличать те, которые обусловливаются неровностями самой Луны. Контур тени постоянно изменяется, смотря по тому, набегает ли он на возвышенности или спускается вниз. В то время, когда низменность уже скрылась в тени, вершина еще видна. Получается впадина в тени. Когда тень доходит до моря, последнее сливается с нею, образуется как бы выступ.

Если следить за набегающим или сбегающим контуром тени, то можно составить себе ясное представление о рельефе всей лунной поверхности.

Границы тени неопределенны, но нетрудно отделить ободок более светлой тени от темного главного ядра ее — это тень земной атмосферы. Сравнивая ширину этой каймы с лунными цирками, можно составить себе приблизительное понятие о высоте нашей атмосферы, на которой она еще достаточно плотна.

Советуем также следить за изменениями кривизны контура тени. Они происходят оттого, что силуэт земли проэктируется не на плоскость, а на сфероид. Во время прикосновения к лунному диску тень прямолинейна.

Когда тень набегает на Луну, мы не можем сквозь нее различать подробностей лунного диска, но незадолго до полного затмения они начинают выступать довольно явственно, потому что глаз не раздражается более ярким блеском и становится восприимчивее к слабым об'ектам.

Во время полного затмения Луна редко исчезает совсем[1]). Обыкновенно мы ее видим окрашенной в темно-красный (бурый) цвет. Иногда же как будто и нет затмения. Луна совершенно ярка, лишь с непривычным красноватым оттенком (например, в 1888 г.).

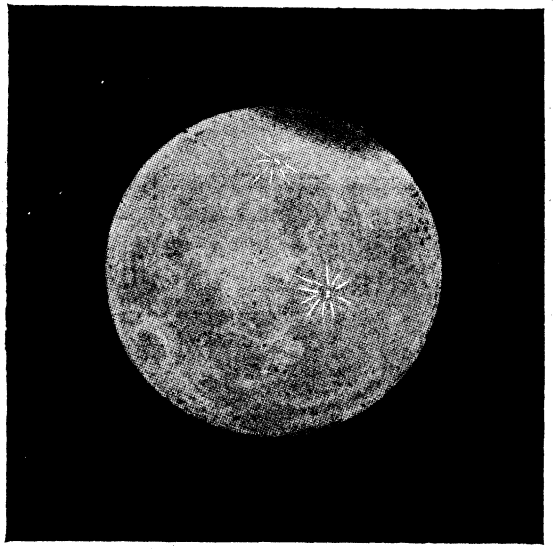


Рис. 63. 8 час. 37 мин.

Окраска Луны во время *полного* затмения весьма интересна. Край тени обыкновенно окрашен в голубой цвет. Нежными переливами он переходит дальше в розовый и в красно-бурый.

После этот цвет распространяется по всей лунной поверхности.

Момент появления красного цвета стоит отметить.

На окраску Луны имеют главное влияние атмосферные условия тех стран, где солнечные лучи касаются земной поверхности (для которых, следовательно, солнце на горизонте). Отчасти, впрочем, влияют и те обстоятельства, в которых находится в данный момент сам наблюдатель, так что при одном и том же затмении в различных частях земной поверхности окраска Луны может быть различна. Она может изменяться и для одного и того же наблюдателя, если изменяются условия наблюдения, когда, например, пробегают легкие облака, как было это во время затмения 28-го октября 1921 г. в Пулкове. Последнее затмение оказалось интересным еще в том отношении, что окраска тени была заметна, когда Луна погру-

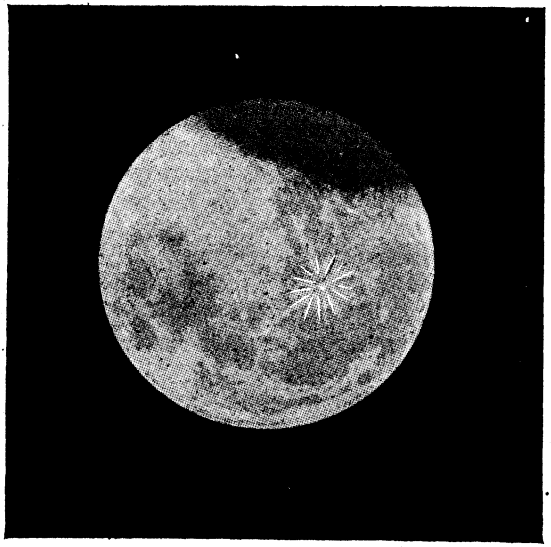


Рис. 64. 8 час. 51 мин.
Частное лунное затмение 3 августа (н. ст.) 1887 г.
Рисунки проф. Weinek'a (в Праге).

[1]) Луна пропадала совершенно в 1620, 1642, 1761, 1816 и близка была к этому в 1884 г. 4-го октября.

зилась в тень только наполовину диска. Для невооруженного глаза окраска была более заметна, в бинокль она ослабевала.

Когда Луна проходит через центр земной тени, то на ее диске можно видеть черное пятно.

Наблюдения подробностей в окраске Луны во время затмения очень важны. Есть подозрение, что в этом случае имеет влияние солнечная корона.

Иногда можно видеть продолжение земной тени вне лунного диска. Тень резко отделяется от темного фона неба. Ее кривизна вне Луны такая же, как и на диске.

Когда Луна войдет в тень совершенно, вокруг нее видны мелкие звезды и часто многие из них покрываются ею. Явления эти весьма интересны и важны. Астрономы никогда не пропускают их и стараются точно заметить момент исчезновения и появления звезды из-за лунного диска.

Радиус земной тени в три раза больше лунного радиуса. Поэтому Луна обыкновенно остается в затмении довольно долго — часто несколько часов.

При наблюдении лунных затмений следует употреблять слабый окуляр, чтобы вся Луна видна была в поле трубы. Прилагаем для иллюстрации пять рисунков проф. Weinek'a, сделанные им во время частного лунного затмения 3-го Августа нов. стиля 1887 г. (рис. 63—66) и полного — января 28-го 1888 г. (рис. 67).

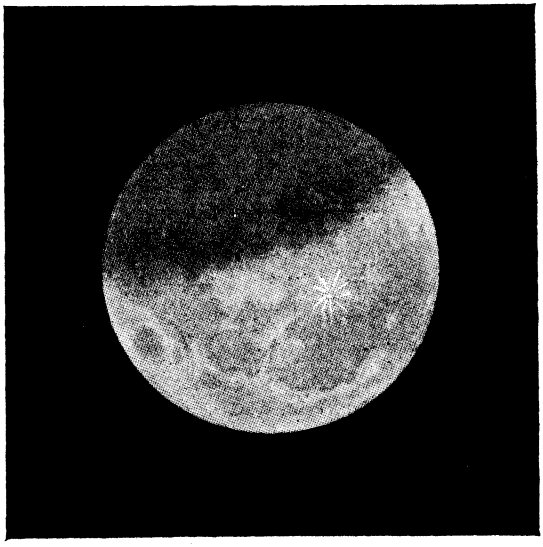


Рис. 65. 9 час. 47 мин.

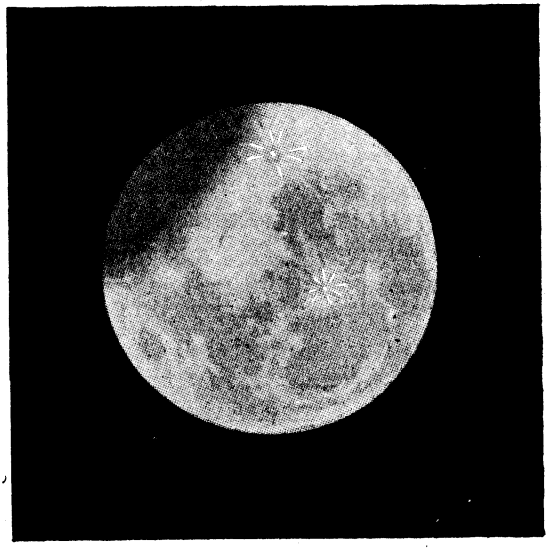


Рис. 66. 10 час. 38 мин.

Частное лунное затмение 3 августа (н. ст.) 1887 г. Рисунки проф. Weinek'a (в Праге).

Покрытие звезд Луною и планетами. Луна сравнительно от нас недалеко, и, обходя вокруг земли, она часто закрывает то одну, то другую

звездочку. Затмения звезд или, как их обыкновенно называют, *покрытия*, совершенно аналогичны явлению затмения солнца. Они имеют большое значение для астронома, и многие обсерватории следят за ними систематически. Интересны покрытия и для любителя, но они могут быть наблюдаемы им в общем случае, только случайно, так как предвычисление момента явления довольно сложно. Особенно неудобно то обстоятельство, что для каждого места земной поверхности явление происходит иначе. Общих таблиц, таким образом, составить нельзя. В астрономических календарях, впрочем, печатается каждый год список звезд, покрываемых Луной, и указываются широты, в пределах которых явление возможно, но момента, когда звезда скроется за диском Луны или вновь появится из-за него, не дано. Во всяком случае, если бы мы увидали в трубу близ Луны звездочку и рассчитали, что она лежит на пути Луны, то есть интерес дождаться явления.

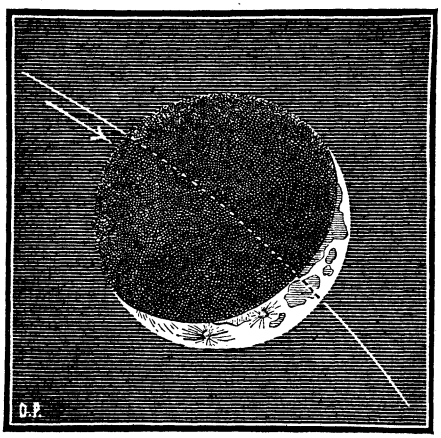


Рис. 68.

Звезда скрывается за диском Луны мгновенно, она моргнет — и только. Это служит одним из доказательств отсутствия на Луне атмосферы. Если бы Луна была окружена атмосферой, звезда погасала бы постепенно.

Луна перемещается между звездами от правой руки к левой, и в период от новолуния до полнолуния впереди идет, таким образом, *темный* край ее диска. Исчезновение звезды в это время особенно эффектно. Если темная часть лунного диска не видна вследствие пепельного света, тогда мы собственно *покрытия* не увидим — звезда пропадает как будто бы сама по себе.

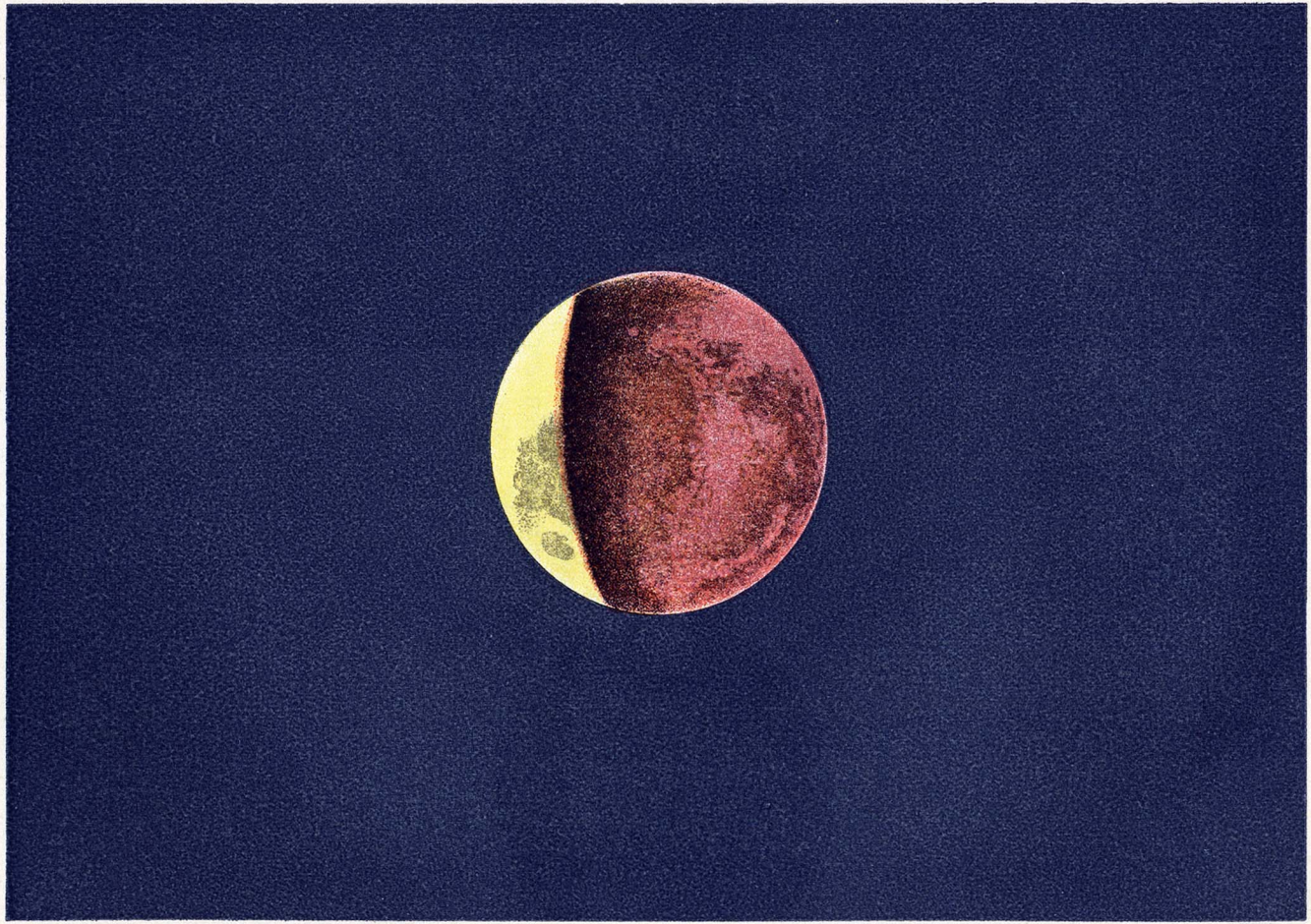
Во вторую половину месяца звезда исчезает на светлом крае и появляется на темном.

На рисунке 68-м имеет место первый случай, при чем он передает явление в обратном виде, т. е. так, как оно наблюдается в трубе. Стрелкой указано направление, по которому звезда видимо приближается к Луне.

Время, впродолжение которого звезда остается за диском Луны, в различных случаях различно. В случае центрального покрытия звезда остается в затмении немного больше часу, когда она идет по малой хорде — всего несколько минут, возможно иногда только *прикосновение* звезды к лунному диску.

Подкараулить выхождение звезды еще труднее, чем дождаться вхождения ее.

Особенно интересно покрытие группы звезд. Обращаем внимание читателей, что в некоторые годы при нескольких обращениях Луны могут быть наблюдаемы *покрытия Плеяд*. Путь, по которому перемещается Луна между звездами, меняется. И если она в данный месяц прошла мимо



Лунное затмение 28 января 1888 года. Рисунок проф. Weinek'a (в Праге).

группы, то это еще не значит, что она следующий месяц не заденет ее хотя бы отчасти. Если явления нельзя было наблюдать потому, что Луна проходила мимо Плеяд днем, то на следующий месяц, или через два-три месяца явление покрытия может случиться вечером. Следя за перемещениями Луны, мы всегда легко сообразим, возможно ли будет явление для данного места наблюдения.

Во время полного затмения, когда Луна темна, можно иногда наблюдать покрытие многих слабых звездочек, которые обыкновенно при яркой Луне невидны.

Интересны также покрытия Луною планет, напр., Юпитера, Сатурна. Планета скрывается за диском Луны постепенно, постепенно она и выходит из-за него.

Предугадать покрытие планеты Луной нетрудно, так как мы из непосредственных наблюдений глазом можем решить, лежит ли планета на пути Луны или в стороне от него.

Для лиц, интересующихся покрытиями звезд Луною, укажем простой, *графический* способ их предвычисления, данный проф. Ковальским, с помощью которого мы легко можем получить моменты начала и конца явления, равно как и те точки лунного диска, где скроется звезда и где она появится вновь. Он изложен, между прочим, в «Русском Астрон. Календаре Нижегородского Кружка Любителей Физики и Астрономии, Постоянная часть».

Возможны также и покрытия звезд *планетами*, но эти явления наблюдаются еще реже, потому что диск планеты много меньше лунного диска и перемещения ее медленны. Тем не менее, если случайно придется увидеть около Юпитера или Сатурна звездочку, которая лежит на пути того или другого, то стоит пожертвовать несколькими часами сна и проследить явление, насколько только будет можно. Мы непосредственно будем видеть как несется огромная сложная система в мировом пространстве.

ГЛАВА XIV.

Зодиакальный свет.

В южных странах часто можно наблюдать вскоре после захода солнца или перед его восходом интересное явление *зодиакального* света.



Рис. 69.

От солнца вдоль эклиптики тянется довольно большой, часто градусов 90 и более, конус слабого, матового света, в роде Млечного пути. Звезды первой величины сквозь него видны ясно (рис. 69).

У нас зодиакальный свет чаще наблюдается весной (на западе) и осенью (на востоке).

В больших городах, горизонт которых застроен и мало прозрачен вследствие дыма и пыли, а главное, — постоянно освещен уличными фонарями, зодиакальный свет почти *никогда* не наблюдается. В этом отношении более выгодны небольшие местечки, деревни и чистое поле.

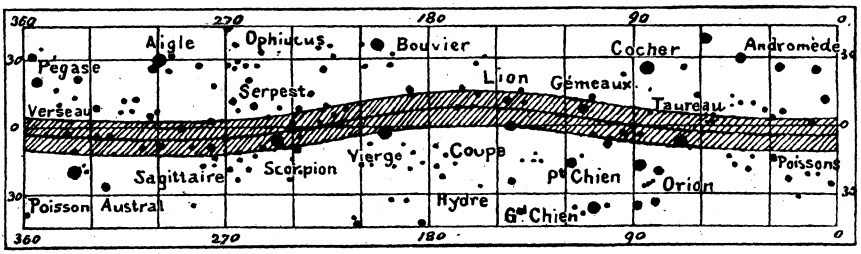
Явление зодиакального света в настоящее время не раз'яснено еще, а потому весьма важно собрать побольше хороших наблюдений.

Чтобы дать размеры и очертание чечевицы зодиакального света, можно пользоваться звездами, которые лежат по ее контуру.

Выгодно предохранять глаза от постороннего светового раздражения.

Klein рекомендует для наблюдений зодиакального света приготовить заранее *черную* карту соответственной части неба в большом масштабе, на которой звезды изображались бы белыми кружочками, так, чтобы обходиться совсем без фонаря.

Интересные результаты получил *Marchand* из своих наблюдений, сделанных в последнее время на обсерватории в *Pic du Midi* (в Пиреней-



Черт. 70. Зодиакальный свет и зодиакальные созвездия, отнесенные к эклиптике, по наблюдениям Marchand'a.

ских горах). Между прочим, этому наблюдателю удалось несколько раз констатировать, что явление зодиакального света не ограничивается обычной чечевицей, а продолжается в виде слабого сияния по направлению оси через всю сферу небесную. Последнее обстоятельство имеет для нас большое значение, так как оно свидетельствует, что космическая материя, которая производит зодиакальный свет, *выходит из пределов земной орбиты.*

Когда Marchand нанес все свои наблюдения за 3 года на одну карту, отмечая на ней *границы* видимого явления, то оказалось нетрудным наметить по всей небесной сфере среднее положение светящейся зоны, составляющей то, что мы называем зодиакальным светом. Воспроизводим его карту, заметивши, что положения звезд на ней отнесены к эклиптике [черт. 70[1])].

По этой карте можно рассчитать, что ширина зодиакального света в среднем равняется приблизительно 14°, что ось его почти совпадает с большим кругом, наклоненным к эклиптике под углом 6°—7° и пересекает ее в точках, долгота которых 70° (восходящий узел) и 180° + 70°

[1]) Comptes Rendus hebdom. des séances de l'Acad. des Sciences. Paris CXXI p. 1134.

(нисходящий узел). (Непосредственный отсчет на карте дает 85° и 180° + 55°). Отсюда выводим важное заключение, что *ось зодиакального света почти совпадает с плоскостью солнечного экватора.*

Для окончательного решения вопроса нужны, впрочем, еще наблюдения в большом числе и от различных наблюдателей.

Кроме зарисовки общей формы зодиакального света и его границ, интересно также обратить внимание на его интенсивность в различных частях и ширину слабого сияния, которая тянется по небесному своду к противоположной части горизонта. По наблюдениям Marchand'a, она всегда меньше, чем при основании чечевицы, но возможно, что это является следствием небесной перспективы, подобно тому, как созвездия у горизонта кажутся больше, чем в том случае, когда они поднялись высоко. Нужны возможно точные обозначения размеров по звездам.

В связи с зодиакальным светом, повидимому, находится так называемое *противосияние* — широкая по середине, более узкая к краям, слабая по интенсивности, полоса света в области неба, противоположной солнцу. Часто противосияние имеет форму овала, размером 15° × 20° с большею осью вдоль эклиптики. Иногда оно имеет в длину десятки градусов. В исключительных случаях при хороших атмосферных условиях наблюдали противосияние вытянувшимся с востока на запад и сливающимся с зодиакальным светом-утренним и вечернем. Замечено, что оно в интенсивности имеет годовую периодичность. Наибольшей яркости достигает в октябре и ноябре. Яркость противосияния можно оценивать по сравнению с различными местами Млечного Пути. Осенью противосияние тянется по высоким эклиптическим: Овна, Тельца, Близнецов и т. д. Интересно оценить всякий раз его ширину, длину, наклонность оси к эклиптике, точку ее пересечения с эклиптикой и отношение к зодиакальному свету.

ГЛАВА XV.

Кометы.

Общий вид кометы. — Открытия и наблюдения комет. — Периодические кометы.

О времени появления комет мы обыкновенно ничего вперед не знаем. Они приходят к нам из далекого мирового пространства совершенно неожиданно. Только небольшое число так называемых *периодических* комет, которые сделались членами нашей солнечной системы, появляются правильно через известные промежутки времени и мы можем их *поджидать*, приготовившись.

Большие кометы, видимые простым глазом, редки. Народ считает их предвестниками великих событий. Этому способствует особенный вид светила, необыкновенные иногда размеры, его метаморфозы и быстрое перемещение.

Гораздо больше малых — *телескопических* — комет, которые видны только в трубу. Каждый год мы насчитываем на небе 4—6 комет, но часто их не может наблюдать и специалист-астроном: так слабы они. Только в могущественные телескопы следят за такими кометами. Телескопические кометы часто представляются бесформенной туманной массой. Иногда их трудно бывает отличить от туманностей. В некоторых же случаях заметна и обычная форма больших комет, мы различим и голову, и ядро, и хвост.

Иногда комета является телескопической только временно.

Ни по форме, ни по размерам комета, вообще, не представляет чего-либо определенного, неизменного. Когда она далеко от солнца — это небольшая бесформенная туманность, с медленным движением и без особенных изменений в своем виде. Но чем ближе комета к солнцу, тем быстрее она начинает перемещаться, тем интереснее становится сама. Когда комета за сотни миллионов миль от солнца, ее скорость несколько футов, вблизи же солнца она пробегает часто сотни верст в секунду.

Размеры кометы увеличиваются не только от перспективы; при приближении к солнцу в ней развиваются грандиозные процессы разложения и извержения, разносящие массу ее на далекое пространство. Она приобретает блеск.

Комета 1843 года была настолько ярка, что могла быть наблюдаема днем при полном солнечном блеске. (Рис. 71.)

Благодаря быстрому движению вблизи солнца, кометы остаются видимыми для простого глаза недолго, 2—3 месяца maximum, часто и того меньше.

Обогнув по своей орбите, комета удаляется от нас и претерпевает метаморфозы в обратном порядке. Хвост пропадает, комета переходит опять в туманную, бесфоменную массу, обыкновенно долго еще доступную для наблюдений в большие трубы, и, наконец, скрывается — по большей части навсегда.

Хвост — одна из интереснейших особенностей кометы. Иногда раз-

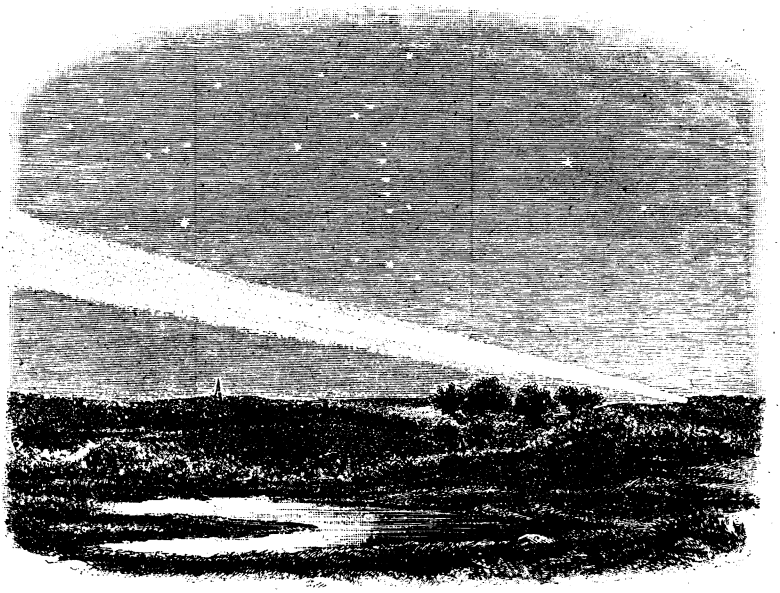


Рис. 71. Большая комета 1843 года в середине марта.

меры его бывают до 90° на небе. В линейных мерах длина некоторых достигала 30—45 миллионов географических миль. Удивительно то, что на такие огромные пространства хвост разростается часто сразу, в какие-нибудь дня 2—3 всего. Наибольшей величины хвост достигает обыкновенно некоторое время спустя после прохождения кометы через перигелий, т. е. той точки ее орбиты, которая всего ближе к солнцу.

Хвост часто изогнут дугой. Он и по форме, и по своему образованию имеет большое сходство с струей дыма над пароходом во время его движения.

Общий вид хвоста — род рога, более или менее расширяющегося.

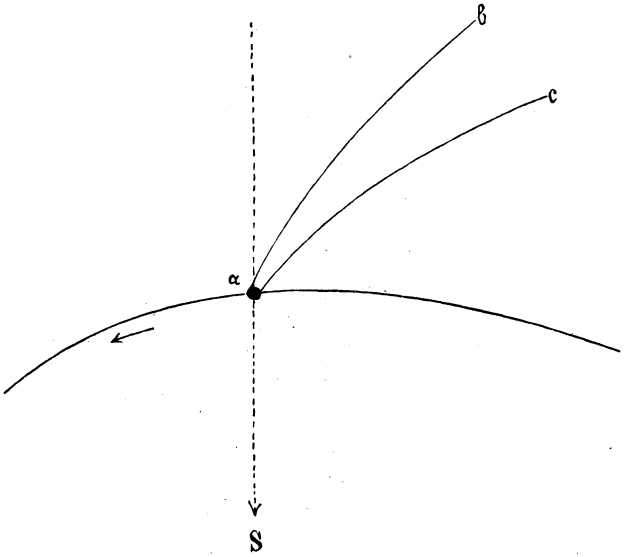
К концу он не имеет резкой границы и сливается с фоном неба. Его видимые размеры, таким образом, в большой степени зависят от внешних обстоятельств — прозрачности атмосферы, блеска Луны, случайного какого-нибудь освещения и проч.

Кривизна хвостов различна. В некоторых случаях хвост является для нас совсем прямым.

Иногда комета имеет не один хвост, а несколько и различной формы. Интенсивность их, впрочем, неодинакова. Выдается, главным образом, один. Другие так слабы, что не всеми наблюдателями и замечаются. Иногда несколько хвостов сливаются в один — образуется широкий веер с светлыми и темными полосами.

Средняя линия хвоста обыкновенно *темнее* краев.

Из других особенностей важно заметить еще то, что хвост всегда обращен в сторону, противоположную от солнца, так что, если комета на востоке предупреждает восход солнца, то появляется сначала хвост, а потом уже голова. Если комета идет в суточном движении за солнцем, она заходит головою вперед. При этом выпуклый край хвоста ab (черт. 72) всегда с той стороны, куда движется сама комета, и обыкновенно он светлее и резче очерчен, чем вогнутый ac, который является часто довольно размытым. Хвост кометы всегда отклонен от линии, соединяющей ее с солнцем, в ту сторону, *откуда* комета движется.



Черт. 72.

Иногда комета имеет не один, а два и даже три хвоста, в редких случаях наблюдались кометы, хвосты которых состояли из ряда поперечных полос, отделенных сравнительно темными промежутками:

Бывают еще так называемые *аномальные* хвосты, которые направлены к солнцу, но происхождение их совершенно иное. Они всегда малы и слабы, появляются после того, как комета прошла через перигелий, и только у тех комет, которые подходили к солнцу наиболее близко. Аномальные хвосты всегда отклонены от линии, соединяющей комету с солнцем, в ту сторону, куда движется комета.

Вершина хвоста называется *головой*. Она представляется нам обыкновенно в виде туманной массы с параболическим очертанием. К фокусу параболы материя уплотняется. В середине часто видна светлая точка — *ядро* кометы, которое в некоторых случаях является размытым диском.

Таким образом, вершина хвоста охватывает ядро в виде колпака и вся комета является полой трубкой с уплотнением в вершине.

Голова кометы сильно изменяется по своим размерам в течение периода

видимости кометы. С приближением кометы к солнцу она уменьшается, а потом, по мере удаления, опять увеличивается.

Яркость *ядра* кометы оценивается по сравнению со звездами. Так, говорят: «комета 9-й, 10-й величины». Это значит, что ее ядро равно по блеску звезде 9-й или 10-й величины. Иногда, впрочем, за единицу яркости для кометы принимают яркость ее в момент открытия. Величина одного и того же ядра может изменяться в широких пределах.

Часто ядро состоит из нескольких отдельных частей. Это довольно

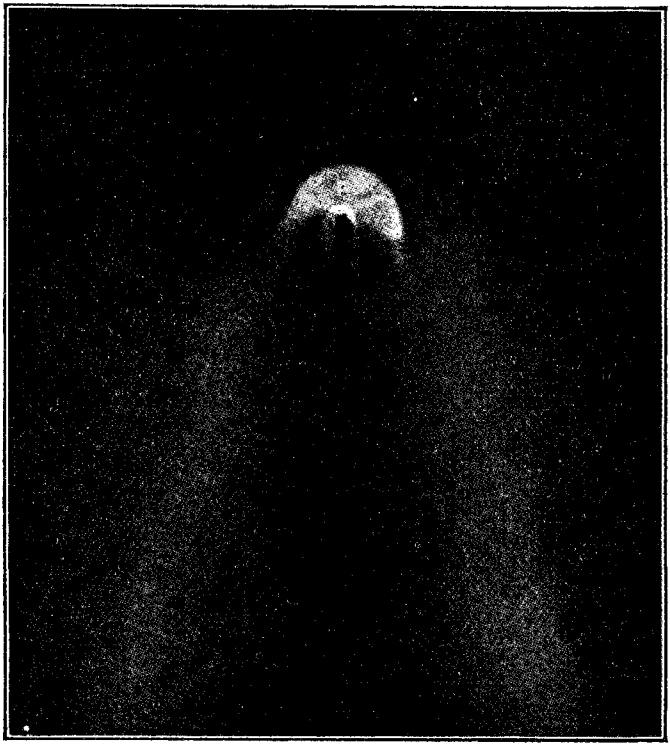


Рис. 73. Голова кометы Донати 27-го сентября (ст. ст.) 1858 года.

ясно может быть видно в момент исчезновения и появления кометы в поле зрения, если оставить трубу неподвижной и пропустить комету через поле суточным движением. Еще лучше привинтить, если найдется, *кольцевой* микрометр или поместить в *центре* поля темную пластинку. Свет ядра исчезает за кольцом не сразу и не постепенно, а скачками, в несколько приемов. Иногда зернистость строения ядра заметна непосредственно.

Во всяком случае вещество кометы не отличается особенной связностью. Бывали примеры деления кометы на части. Комета может рассыпаться совсем, порождая рои малых телец (метеоров).

Когда хвост кометы покрывает какую-нибудь звезду, мы не замечаем

никакого уменьшения ее блеска. Даже более плотные части кометы настолько прозрачны, что обыкновенно позволяют совершенно свободно видеть слабые звезды, мимо которых проходит комета.

От ядра, по направлению к солнцу, можно видеть обыкновенно светлый придаток или в виде веера, или в виде запятой, меняющей свое положение симметрично около линии, соединяющей ядро кометы с солнцем (аналогия с колебанием маятника, по сравнению Бесселя). Это есть истечение светлой материи из ядра под притяжением солнца.

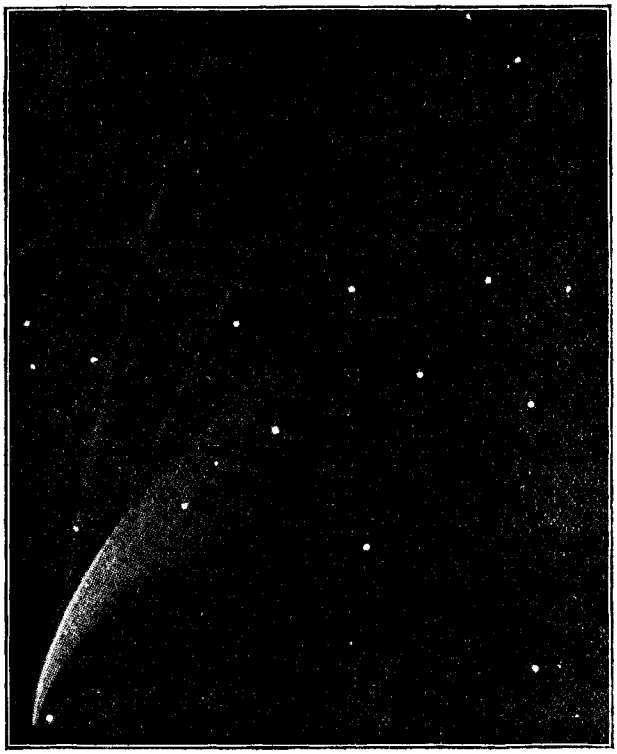


Рис. 74. Комета Донати 23 сентября (ст. ст.) 1858 года.

Можно проследить дальше, как эта материя загибает обратно и в крайне разреженном состоянии относится на громадные пространства, образуя собой хвост кометы.

В комете Донати с 23-го по 30-е сентября 1858 года особенно резко можно было наблюдать постепенный переход материи из ядра в хвост. Ядро было окружено светлым туманным полукругом, за ним шел другой полукруг, слабее по блеску, дальше третий, еще слабее, и наконец 4-й, без определенных границ, сливавшийся с хвостом. От ядра постоянно отделялись новые слои, наружные же, постепенно разрежаясь, переходили в хвост кометы (рис. 73).

Рисунок 74-й представляет общий вид кометы Донати, одной из самых

красивых, которые только наблюдались до настоящего времени. На рис. 75 мы имеем другую интересную и большую комету 1882 года по фотографии, полученной на Мысе Доброй Надежды.

В прежнее время открытия комет были совершенной случайностью. Многие кометы, которые не достигали достаточного блеска, совсем оставались незамеченными. Теперь исследования комет организованы систематически. Между американскими астрономами, специально занимающимися кометами, образовался даже особый союз. Они поделили небо на зоны. Каждый выбрал одну и подробно осматривает ее, хотя бы один раз в месяц — непременно. Владея прекрасными инструментами и отлично зная все туманности в своей зоне, эти астрономы открывают массу самых малых комет при первом их появлении. Работа эта, конечно, трудная, кропотливая и мешкотная, во многих случаях безрезультатная. Поэтому любителю, наблюдательные средства которого обыкновенно очень скромны, не стоит совершенно тратить время на поиски комет.

Впрочем, и в настоящее время возможен случай, когда комета предстанет пред нами вдруг в наибольшей фазе своего развития и сделается видимой простым глазом, прежде чем ее усмотрели в трубу. Это возможно вследствие особого расположения орбиты, когда комета, во все время своего приближения к нам, остается невидимой для северного полушария, более богатого обсерваториями, чем южное.

В этом случае честь открытия кометы может принадлежать всякому, а не только астроному-специалисту.

Об открытии кометы обыкновенно телеграфируется в центральный пункт для астрономических телеграмм — на обсерваторию в Киле — и оттуда уже посылают телеграммы по различным обсерваториям, чтобы возможно больше астрономов могло принять участие в наблюдении кометы.

Когда указано приблизительно место вновь появившейся кометы, тогда разыскать ее уже нетрудно, если только она доступна для имеющейся под руками трубы.

Привинтив слабый окуляр и уставив его с помощью какой-нибудь звезды по глазу, наводим трубу на указанное место и медленно ведем ее справа налево и обратно так далеко, как только можем подозревать присутствие кометы. При этом внимательно осматриваем все поле зрения.

Если мы не встретим кометы, то спускаем трубу на $^1/_2$ поля зрения и опять ведем слева направо и обратно и т. д., до тех пор, когда ясно станет, что мы перешли пределы, в которых возможны ошибки указанного места кометы. Тогда возвращаемся к прежнему пункту и повторяем манипуляции, поднимая постепенно трубу вверх. При этом только важно запастись терпением и вниманием. Лучше идти медленнее, но наверняка, чем быстро перебегать от одного места к другому и, не найдя ничего, опять возвращаться на старое для вторичного осмотра.

Для искания комет употребляются особые трубы, так-называемые *кометоискатели*. При большом сравнительно об'ективе они имеют малое фокусное расстояние и большое поле зрения, по крайней мере 2°, до самых

краев резкое и ясное. Кометоискатели с об'ективами менее 3 дюймов совсем не годятся.

Для наблюдений комет более удобны слабые окуляры и по преимуществу положительные. При отрицательных окулярах поле всегда до

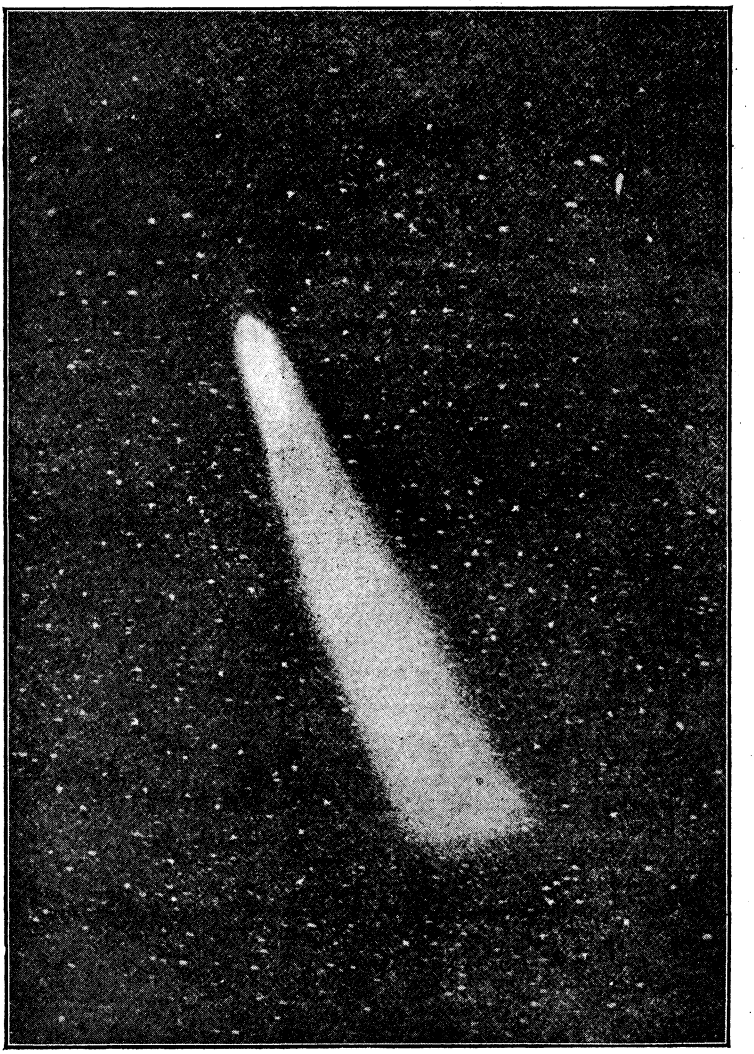


Рис. 75. Большая комета 1882 года по фотографии, полученной на Мысе Доброй Надежды.

некоторой степени освещено, так как лучи сходятся между линзами окуляра, а это невыгодно при наблюдении слабых предметов. Только при рассмотрении подробностей в ядре развившейся кометы возможны большие увеличения, и в этом случае они даже должны предпочитаться, так

как ядро при слабом увеличении является совсем не тем, чем при большом.

Те пункты, на которые следует обратить внимание при наблюдении головы, ясны сами по себе из предыдущего общего очерка.

Прежде всего, конечно, интересны истечения из ядра, их направление, форма, ее изменения и пр. Далее общее строение головы, места наибольшей яркости, полосы материи, уходящей в хвост и пр. Все это полезно зарисовать.

Для наблюдения общей формы яркой кометы можно рекомендовать просто бинокль, который позволит нам различить близлежащие звезды. По ним возможно очень точно зарисовать хвост и очертание головы кометы. При этом надо только избегать всякого освещения. Надо расположиться в темноте или, по крайней мере, спиной к фонарю, освещающему карту, вдали от города, где-нибудь на его окраине или в поле с чистым горизонтом.

При каждом наблюдении на рисунке необходимо обозначать *время и* место, где оно произведено.

Нанося на звездную карту положения кометы изо дня в день во время периода ее видимости, мы можем составить себе понятие о движении ее.

Интересно, что встречаются кометы как с прямым, так и с обратным движением вокруг солнца. Ничего подобного мы не замечаем в движении планет. Скорость движения комет также отличается от планетных скоростей. Она слишком, как мы уже упоминали выше, неравномерна и часто невероятно велика.

Нам остается сказать еще несколько слов о периодических кометах.

Все периодические кометы малы и слабы. Наблюдения их возможны в общем случае только в большие трубы и имеют, главным образом, теоретический интерес.

Но одна периодическая комета — комета Биелы была для нас особенно интересна по своим физическим свойствам. В 1846 году эта комета, почти на глазах астрономов, разделилась на две части, одна из которых была сначала меньше и слабее. После она увеличилась и сделалась равна главной части, отделила хвост и образовалось таким образом две кометы, которые, при следующем своем возвращении в 1852 году, были далеко одна от другой. С тех пор комету больше не видали, хотя и ждут через каждые $6^1/_2$ лет. Этому мешали или невыгодное положение земли, или дурная погода, а в последние годы вместо кометы мы встречаем группу малых телец, которые наблюдаются в виде дождя падающих звезд «Андромедид» или «Биелид». В годы 1872 и 1885, когда можно было ждать комету, это явление было чрезвычайно интенсивно. Сыпался целый *дождь* звезд. Комета очевидно прекратила свое существование, как таковая, и рассыпалась на мелкие части.

Наиболее яркая из периодических комет — есть блестящая комета Галлея. Ее появление мы можем проследить за много столетий и особенно определенно с XV века. Она являлась, как грозное, по мнению народа, предзнаменование какого-нибудь события в 1456, 1531, 1607, 1682, 1759 и 1835 годах. В последний раз комета Галлея наблюдалась в 1900 году.

В большей части России она не представляла особенно эффектного явления вследствие светлого фона неба летом. Но в южных странах, у нас в Крыму, на Кавказе и Туркестане, комета была чрезвычайно интересна, с длинным хвостом, перекидывающимся во время своего наибольшего развития через все небо.

Интересна была и другая большая комета 1910 года, наблюдавшаяся в течение недели в январе на западе вскоре после заката солнца.

Лица слышавшие, что ожидается большая комета Галлея, но не имевшие представления об условиях, в которых должна была появиться последняя, приняли январскую комету, так называемую комету 1910 I-ую, за комету Галлея, но эта комета ничего общего с кометой Галлея не имела.

ГЛАВА XVI.

Падающие звезды.

Потоки падающих звезд, их наблюдения. — Спорадические падающие звезды. — Болиды. — Инструкция к систематическим наблюдениям падающих звезд.

Явления падающих звезд давно уже исключены из области метеорологии. Астрономы разобрались теперь в них, разделили на группы, подсчитали их maximum'ы. Трудами Скиапарелли, Ньютона, Вейса и Бредихина установлена несомненная связь падающих звезд с кометами, раскрыто происхождение их от последних, вычислены и возмущения их орбит от больших планет. Теперь эти явления не имеют уже случайного характера и наблюдения их производятся астрономами систематически, по строго обдуманному плану. Астроном старается заметить начало и конец метеора и, соображаясь с соседними звездами, наносит его на карту. Если продолжить теперь назад метеоры, наблюдавшиеся в данный вечер, то окажется, что они пучками исходят из нескольких точек небольшого клочка неба, который называется *площадью радиации*. Это указывает нам, что мы имеем целый поток метеоров, которые несутся в пространстве по орбитам почти параллельным.

Метеоры — это выделения комет или мелкие части рассыпавшейся кометы. Они обращаются вокруг солнца по орбитам, близким к орбитам кометы-родоначальницы.

Когда земля пересекает их орбиту, она часто встречает целый рой этих малых телец, которые, быстро проносясь через нашу атмосферу, загораются вследствие трения и производят явление падающих звезд.

Отдельных потоков, наблюдающихся в различных областях неба, теперь известно тысячи. Отметим только главные.

Название потока	Время наблюдения	День maximuma	Положение радианта α δ
Квадрантиды	от 29 декабря по 5 января	2 января	231° + 51°
Лириды	» 15 апреля » 26 апреля	21 апреля	271° + 33°
η Акварииды	» 30 » » 12 мая	5—6 мая	337° — 1°
δ Акварииды	» 15 июля » 15 августа	29—30 июля	342° — 9°
Персеиды	» 20 » » 25 »	10—11 августа	44° + 57°
Ориониды	» 9 октября » 30 октября	19—20 октября	91° + 16°
Леониды	» 9 ноября » 15 ноября	12—13 ноября	150° + 23°
Андромедиды (Биелиды)	» 20 » » 26 »	23 »	24° + 44°
Гемииды	» 1 декабря » 20 »	10—13 декабря	106° + 32°

Название потоков происходит от того созвездия, в котором находится радиант потока. Так, радиант Леонид лежит около звезды γ Leonis, Андромедид — около ν Andromedae, Персеид — близ звездной кучи h и χ Persei, Квадрантид — в созвездии Квадранта, которое выделено было Лоландом из созвездия Дракона между Малой Медведицей и Волопасом.

Не все потоки каждый год одинаково интенсивны. Леониды, например, наблюдаются только через 33 года, но зато они и являются в годы maximum'ов целым звездным дождем, по свидетельству некоторых наблюдателей, до 200 000 в одном месте. Так было в 1799, 1833 и 1866 годах. Ждали их в 1899 и 1900 году, но, как оказалось, вследствие планетного притяжения путь их несколько изменился, и Земля не встретила главной массы телец — *дождя* не было.

Персеиды, наоборот, более разбросаны. Земля встречает их понемногу, но *каждый* год. Это явление гораздо слабее, чем предыдущее, и внимания большой публики оно совсем не привлекает. В самый день maximum'а за 4 часа наблюдений наберешь метеоров 60—80, не больше.

Интересен поток Андромедид. Он ведет свое происхождение от кометы Биелы.

Эта комета была периодической, с временем обращения $6^1/_2$ лет. Теперь ее больше не видят. Сначала она разделилась на две, потом совсем рассыпалась на рой маленьких телец, встречаясь с которыми, мы наблюдаем дождь падающих звезд. Явление было особенно интенсивно в 1872 и 1885 гг. Но в 1898 г., вопреки ожиданиям, никакого дождя не наблюдалось. К сожалению, и время наблюдения Биелид весьма невыгодно — Ноябрь, осенний месяц, когда везде почти небо покрыто свинцовыми тучами. В 1885 году явление пропало для многих местностей Европейской России, хотя его и поджидали. А дождь был сильный и интересный. На киевской обсерватории, по словам проф. Хандрикова, можно было насчитать до 200 метеоров в минуту, а патер Denza оценил все число метеоров в 39.000.

Переходя теперь к самым наблюдениям, мы прежде всего должны заметить, что при них не требуется никаких оптических средств, кроме глаза.

Интересно одно обстоятельство.

Чем дальше от радианта на небесном своде появляется метеор, тем путь его длиннее и сам он ярче. В этом можно убедиться в первую же ночь систематических наблюдений. Метеоры, вспыхивающие близ радианта, всегда меньше и слабее, но астрономы наблюдают по преимуществу *их*. Разбиваться по всему небу неудобно, да и нет нужды. При систематических наблюдениях лучше сосредоточить свое внимание на одном месте неба вблизи радианта. При этом выгодно расположиться на какой-нибудь террасе, с которой открыт вид на радиант, или в саду, вдали от освещения.

Фонарь и карту лучше поместить сзади себя.

Когда появится метеор, надо спокойно, не сводя глаз с того места, где он пролетел, рассчитать по соседним звездам его направление, потом

нанести на карту, записать время и отметить особенности, если такие окажутся.

Если поток несилен, то можно вынести кресло и сесть поудобнее, чтобы не утруждать слишком шеи.

Кроме *потоков*, нам часто приходится наблюдать отдельные звезды — *спорадические*. Всякий звездный вечер случается видеть, как там или в другом месте «упадет» звездочка и часто ее нельзя связать ни с какой группой.

Относительно таких падающих звезд можно сделать только два замечания.

Число спорадических падающих звезд весной менее, чем осенью, и неодинаково в различные часы ночи. Больше их после полуночи, к утру (maximum около 3-х часов ночи).

Между большими, яркими метеорами попадаются иногда разноцветные — чаще с фиолетовым и зеленоватым оттенком.

Окраску в блеске метеора также интересно отмечать.

Огромные метеоры, которые пролетают по небосклону в виде огненных шаров, наводя суеверный ужас на простой люд, называются *болидами*.

Иногда болиды исчезают с сильным треском. Часто они бывают так ярки, что обращают на себя внимание толпы даже днем. Видимый их диаметр превосходит иногда диаметр Луны. Сзади иногда тянется причудливый хвост. Если случится наблюдать какой-нибудь болид в двух достаточно отдаленных местах земной поверхности, — а это нетрудно констатировать по времени появления болида и его особенностям, — то можно вычислить высоту, на которой он пролетел над землею. Нужно только, по возможности, точно заметить место, где появился болид и в каком он пропал. Лучше всего отнести положение болида к звездам. Если названия звезд будут неизвестны, тогда надо составить небольшой рисуночек данной части неба, и это нужно сделать тотчас же после наблюдений, лучше даже не сходя с своего места.

Нельзя, конечно, сказать, что болид появился «на аршин» выше или ниже такой-то звезды. Надо подыскать подобное же расстояние между звездами или ценить его, как часть такого расстояния, чтобы после можно было превести в градусы. Можно попытаться прямо представить расстояние в градусах, помня, что 1° равняется приблизительно двум диаметрам Луны. При этом надо считаться, впрочем, с высотой. Градус у горизонта кажется нам значительно больше, чем у зенита.

Если не найдем подходящих звезд или будет еще слишком светло, то можно воспользоваться каким-нибудь земным предметом, хорошо запомнивши относительно него положение болида и отметивши чем-нибудь место наблюдения. После можно опять придти на то же место с теодолитом и определить наблюдавшуюся высоту непосредственно.

Вместо теодолита может служить просто транспортир, в центре которого

укреплена нитка с грузом. Наводим диаметр транспортира на данное место, *прицеливаясь*. Тогда отклонение отвесной линии от той точки, которая обозначена числом 90°, дает искомую высоту (рис. 76).

Азимут болида, т. е. угловое расстояние от плоскости меридиана, можно определить по компасу.

Можно дождаться, когда на то место, вблизи которого показался болид, придет какая-нибудь звезда, и записать при этом время. Тогда высоту и азимут можно будет *вычислить*.

Конечно, надо отметить и время наблюдения *самого болида*.

Для того, чтобы оценить продолжительность явления, лучше всего попробовать считать, а потом после повторить счет при том же темпе с часами в руках.

Величину диска болида нельзя ценить линейными мерами: ни четвертями, ни футами. Его надо сравнивать с диском Луны.

Важно указать форму болида, его цвет, яркость. Если вместе с тем слышен звук, то интересно сообразить, насколько позднее болида он появился и каков его характер.

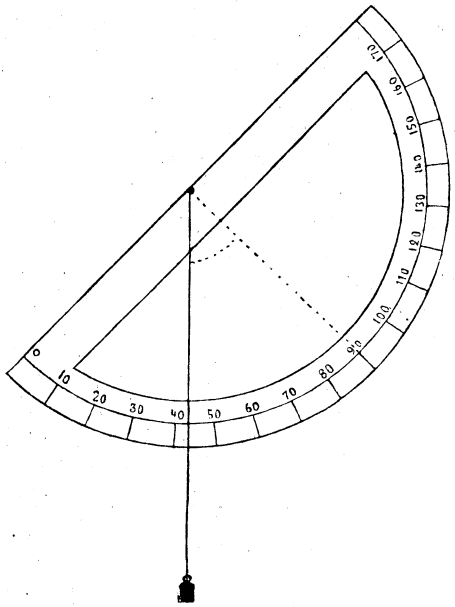


Рис. 76.

Инструкция к систематическим наблюдениям падающих звезд.

Наблюдения падающих звезд с каждым годом приобретают все большее и большее значение, и очень важно, чтобы возможно больше лиц занялось ими специально. При этом могут быть весьма интересные и неожиданные открытия. Так, например, 3-го января 1900 г. (н. ст.) проф. А. Гершель в течение нескольких часов нанес на карту совершенно неожиданно для себя 80 метеоров, которые все шли из радианта, расположенного в созвездии Дракона, между Малой Медведицей и Северной Короной. В этом случае А. Гершелю посчастливилось подкараулить большое сгущение в потоке Квадрантид, который в течение нескольких лет не проявлял себя заметным образом. Точно также совершенно неожиданно удалось наблюдать в Англии и Америке богатый поток 28-го июня 1916 года, слабые следы которого можно найти лишь в наблюдениях 1860—1861 гг. и 1885 — 1886 гг. Интересно отметить, что поток этот имеет несомненную связь с периодической кометой Понс-Виннеке, на движение которой оказывает большое возмущающее влияние Юпитер. В силу этих возмущений, как показали теоретические исследования, явилось бо́льшее приближение орбиты кометы к орбите земли. Этим и можно об'яснить, что метеоры, вы-

делившиеся из кометы Понс-Виннеке и проходившие раньше далеко от земли, теперь встречают ее на близком расстоянии и, попадая в атмосферу, загораются и становятся видимыми. Различные интересные подробности можно выяснить и при систематических наблюдениях даже наиболее известных потоков. В виде примера здесь можно отметить *смещение* радианта Персеид при наблюдениях в течение двух-трех недель до максимума и такого же периода после; *усиление* потока, как это имело место для Леонид в 1903 году, и майских Акварид в 1910 и 1911 гг.; *совпадения* радиантов на одном и том же месте неба в течение многих месяцев (так называемые *стационарные* или, вернее, *сложные* радианты).

В надежде, что среди читателей найдутся лица, которые захотят и смогут организовать систематические наблюдения падающих звезд, присоединяю специальную инструкцию как для самых наблюдений, так и для их обработки.

Карты для наблюдений. Главное, чем должен запастись любитель, готовящийся к систематическим наблюдениям падающих звезд, это удобные карты. Лучшим примером в этом отношении нам может служить карта, изданная профессором Цераским для наблюдения Персеид [Annales de l'observatoire de Moscou. II Serie. Vol. II. 1890 года[1])]. Она представляет небо в том виде, как оно является для нашего глаза. Никакой сетки, никаких условных знаков и обозначений на ней нет, видны только Млечный Путь и звезды, при чем в относительном положении их почти незаметно никаких искажений, сравнительно с тем, что есть на небе. Нанести на эту карту метеор не трудно. Если же мы хотим узнать склонение и прямое восхождение начала и конца его, то нам нужно смотреть только *сквозь* карту на свет. На задней стороне ее сделана сетка с цифрами, написанными так, чтобы их можно было читать, когда мы смотрим сквозь карту прямо. Карта сделана в проэкции Ламберта или Гаусса, при чем радиус параллели склонения δ вычислялся по формуле:

$$r = 500 \left[\operatorname{tang} \left(\frac{90 - \delta}{2} \right) \right]^{\frac{2}{3}}.$$

Постоянное отношение углов между кругами склонения на карте и на сфере небесной $= \frac{2}{3}$, т. е. угол в 1 час (15°) представляется на карте углом в 10°. Она обнимает ту часть неба, которая непосредственно окружает радиант. Кроме созвездия Персея, мы находим здесь Кассиопею, Андромеду, Треугольник, Рыбы, Овна, Тельца, Возничего и пр.

Если читатель не захочет для каждого отдельного случая сам приготовить себе подобной карты, то он может, конечно, переснять область радианта и созвездия, его окружающие, из какого-нибудь хорошего атласа, но при этом он не должен упускать из виду особенностей, ему свойственных.

Для многих наблюдений могут быть пригодны карты моего «Звездного Атласа». Они достаточно велики, обнимают широкие области неба и

[1]) Карта эта и отдельно сетка к ней вопроизведены в моем Звездном Атласе. Изд. Маркса. 1906 г.

вполне ясны. Сетки, по которым определяются положения наблюдаемого предмета, отделены от карт, при чем они так густы, что позволяют делать отсчеты до долей градуса. В каждом случае можно снять на прозрачной бумаге грубую копию с карты. Наносить метеоры на эту копию, а отсчеты производить, подложивши копию с нанесенными метеорами под соответствующую сетку так, чтобы кайма на копии совпала с каймой на сетке.

Наблюдения. Наблюдения потока, богатого метеорами, могут быть двух родов. Во-первых, можно заняться *счетом* метеоров, пролетающих по небосклону, который характеризует силу потока, а во-вторых, можно исследовать их движения для определения радиантов. В первом случае лучше нескольким наблюдателям соединиться вместе. Каждый выбирает себе определенную область небосклона и ведет счет метеоров, появившихся в ней, независимо от работ товарищей, обративших свое внимание на другие части неба. Если поток очень силен, то считать впродолжение долгого времени трудно, да и не нужно. Можно сделать приблизительную оценку числа всех метеоров, упавших за 2—3 часа, если мы будем считать их впродолжение 10-ти минут в начале этого промежутка, 10-ти минут в середине и 10-ти минут в конце. Числа, полученные нами в трех случаях, покажут также нам изменения интенсивности потока со временем.

Наоборот, наблюдатель, интересующийся движением метеоров, обращает свое внимание на область, окружающую радиант; он не должен разбрасываться, а спокойно, внимательно проследивши движение какого-нибудь *одного* метеора, запоминает звезды, мимо которых он пролетел, и наносит по ним его путь на карту.

Карта и фонарь, необходимый для ее освещения, должны находиться за спиной наблюдателя. К ним он обращается только на один момент, старательно оберегая вообще свои глаза от лишнего светового раздражения. При каждом, нанесенном на карту, метеоре лучше поставить номер, а на полях карты под этим номером полезно отметить время (до минуты), когда наблюдался метеор, цвет его, яркость, сравнивая ее с яркостью неподвижных звезд, Юпитера, Венеры, Луны, а также все, что покажется исключительным. Это позволит отожествить метеоры в том случае, если одни и те же будут наблюдаемы несколькими наблюдателями. Нужно отметить также в конце наблюдений состояние неба, прозрачность воздуха, высоту и возраст Луны, величину наиболее слабых звезд, видимых простым глазом.

Полезно за несколько дней вперед до предполагаемых наблюдений отожествить все звезды, нанесенные на карты, с теми, которые видны на небе, чтобы не разбираться в них, когда время дорого для работы.

Если поток очень силен, нужно ограничиться только самыми яркими метеорами, пути которых еще можно различить довольно точно.

Если наблюдения продолжаются до утра, то интересно дождаться восхода солнца и посмотреть на последнее в трубу, так как иногда можно видеть прохождения метеоров по диску солнца. Это явление нужно описать возможно точно.

Участие в работе нескольких лиц очень выгодно, но при этом наблю

датели должны поделить между собою исследуемую часть неба на участки, чтобы не разбрасывалось понапрасну внимание каждого.

Если случится наблюдать один и тот же метеор нескольким лицам, его путь должен быть нанесен каждым наблюдателем независимо от других. Сравнение, сделанное после, даст оценку той точности, с которой возможно наблюдать такого рода явления.

Если наблюдатель имеет хронометр или верные, хорошие часы, так что может заметить появление метеора с точностью до секунды, то можно легко отожествить метеоры, наблюдавшиеся в данном месте, с теми, которые были видны в другом, и отсюда вывести их траэктории в земной атмосфере, равно как и разность долгот двух мест наблюдений.

Наблюдения каждого вечера нужно сопоставить в каталоге, хотя бы по следующей схеме:

Широта } места наблюдения.
Долгота }

Год, месяц и число.

Состояние неба.

Величина наиболее слабых звезд, видимых простым глазом.

Луна (возраст и высота над горизонтом).

Имена наблюдателей.

Распределение неба между наблюдателями:

к востоку (от созвезд. до созвезд.) .....

к западу » » » » .....

Хронометр или часы (имя мастера и №).

Поправка хронометра для момента наблюдения. (Она имеет знак —, если часы отстают, когда, следовательно, поправку надо придать, и знак —, если часы идут вперед.)

Номер.	Момент.	Наблюдатель.	Точка появления.		Точка исчезновения.		Замечания.
			α	δ	α	δ	

Метеоры в этом списке должны быть поставлены в хронологическом порядке без различия стран неба, в которых они были наблюдаемы. Если один и тот же метеор наблюдался различными наблюдателями, нужно привести все наблюдения, охватив их общими скобками.

Потоки, указанные в начале главы, являются наиболее интересными, но можно посоветовать читателю не пренебрегать вообще наблюдениями падающих звезд, если есть на то достаточно времени. Интересно было бы, если бы наблюдения производились *каждый день* в году, как только позволит погода, чтобы, по возможности, большее число падающих звезд попало на карты. Это позволит разобраться в огромном числе слабых потоков, определить их радианты, а также выяснить, насколько последние постоянны и не создаются ли вновь после появления большой кометы.

Выше отмечено смещение радианта Персеид. Подобное смещение радиантов констатировано также для потоков Лирид и Гемонид. Важно убедиться в этом каждому наблюдателю. Интересно собрать большой и хороший материал для решения вопроса в других случаях.

Обработка наблюдений. Чтобы воспользоваться наблюдавшимися метеорами для определения радиантов, лучше всего нанести их на карту, сделанную в центральной проэкции, в которой все большие круги представляются прямыми линиями. Это требование обусловливается тем, что след падающей звезды мы усматриваем в общем случае по большому кругу (если будет в резких случаях отклонение, то всегда нужно отметить). Если теперь большой круг в проэкции представляется прямой, то для получения радианта нам нужно будет только продолжить пути метеоров, нанесенные на карту, назад по прямой и искать точки их пересечений. Те центры, вокруг которых группируются эти точки, и будут радиантами, т. е. точками, из которых как бы несутся навстречу нам группы параллельных между собой метеоров. Вся же область, в которой рассыпаны радианты потока, определит так называемую площадь радиации.

Собственно говоря, для вычислений нужна не карта, а только сетка параллелей и кругов склонения, которые и позволят нанести метеоры. Покажем, как приготовить такую сетку.

Пусть O (черт. 77) — место наблюдения. Это центр небесной сферы. XOY — плоскость горизонта, Z — зенит. Чтобы получить на плоскость, параллельную горизонту, проэкцию какой-нибудь фигуры на небе, мы должны будем каждую точку ее соединить с центром O и искать пересечение полученного таким образом конуса с нашей плоскостью sin. Если точки небесной сферы расположены по большому кругу, то конус обращается в плоскость, так что его проэкция на sin будет *прямая*, например, прямая *ее*.

Проэкция малого круга, параллельного экватору EE, представит собой сечение конуса плоскостью — одно из так называемых *конических сечений*, т. е. эллипс, гиперболу или параболу. Несложный анализ показывает, что эллипс получится в том случае, если полярное расстояние PA нашего малого круга AA^1 будет меньше широты места. Называя PA через D, а широту места через λ, мы имеем для характеристики этого случая условие $D < \lambda$.

Если наоборот $D = \lambda$, то получится парабола, и при $D > \lambda$ — имеем гиперболу.

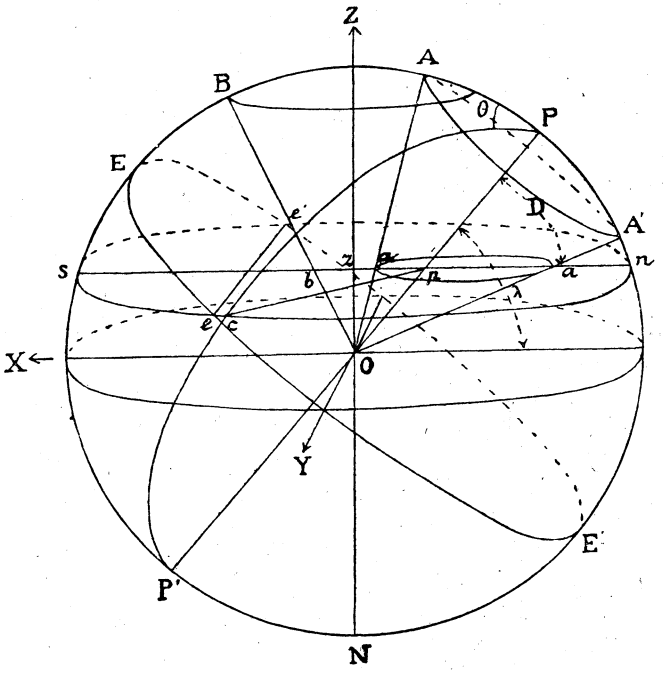
Для проэкции экватора ($D = 90°$) получим прямую, при $D > 90°$ — опять гиперболу.

Чтобы построить карту, мы должны будем воспользоваться формулами:

Расстояние зенита от полюса на карте $= h \operatorname{ctang} \lambda$

» » » экватора » » $= h \operatorname{tang} \lambda$.

Положение центра эллипса aa^1 (черт. 77), представляющего проэкцию



Черт. 77.

малого круга AA' сферы, определится соотношениями:

$$x^0 = -\frac{h \sin \lambda \cdot \cos \lambda}{\cos^2 D - \cos^2 \lambda}$$

$$y^0 = 0$$

при чем за оси координат взяты прямые OX, $OУ$, OZ.

Большая полуось этого эллипса $= \dfrac{h \sin D \cdot \cos D}{\cos^2 D - \cos^2 \lambda}$.

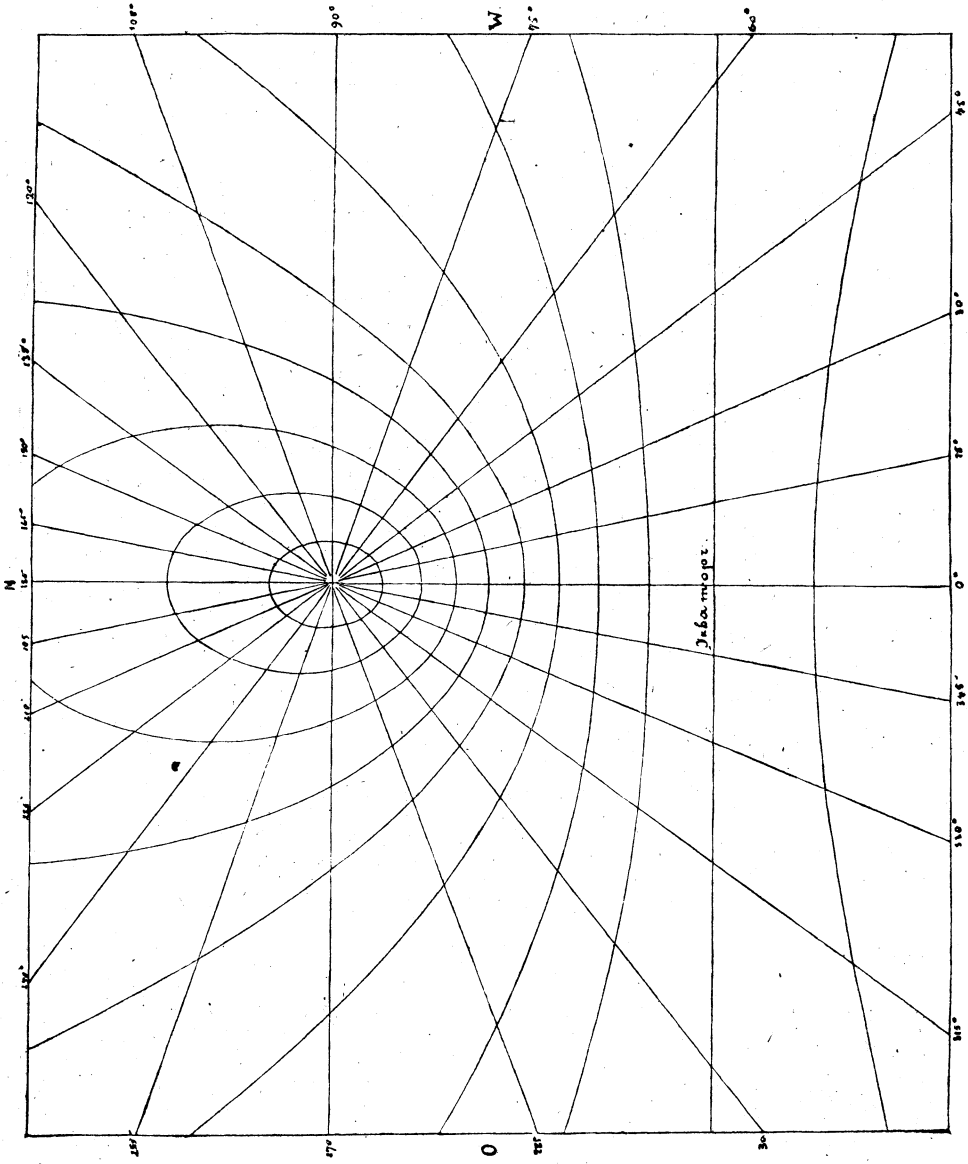
Малая » » » $= \dfrac{h \sin D}{\sqrt{\cos^2 D - \cos^2 \lambda}}$.

Для упрощения можно взять при вычислении вместо $\cos^2 D - \cos^2 \lambda$ выражение $\sin (\lambda + D) \cdot \sin (\lambda - D)$.

Эксцентриситет эллипса от h *не* зависит.

Числовое значение этой постоянной[1]) определяет *размеры* сетки.

В той сетке небесного свода, которую мы прилагаем для примера (черт. 78), величина h взята равной 75-ти миллиметрам.



Черт. 78. Сетка для вычисления радиантов падающих звезд.

Более густая сетка с кривыми для каждого градуса склонения и прямыми для каждого градуса прямого восхождения найдется в Memorie della

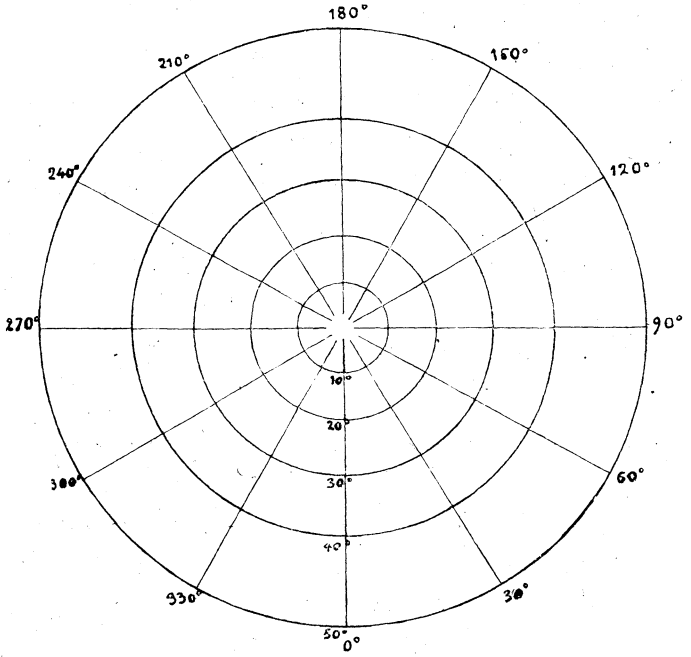
[1]) h — представляет собой расстояние от горизонта той плоскости, на которую проэктируется небо.

Societa degli Spettroscopisti Italiani, vol. V (построена астрономом *Lorenzoni*), а также в моем *Звездном Атласе*, изд. Маркса, 1906 г.

Положение центра гиперболы, представляющей проэкцию малого круга, параллельного экватору, при $D > \lambda$, дается той же формулой, как и для эллипса (в этом случае только надо помнить, что $\cos^2 D < \cos^2 \lambda$), а эксцентриситет вычислим по формуле $e = \dfrac{\cos \lambda}{\cos D}$.

Проэкция экватора, как сказано, представится прямой. На чертеже 77-м это будет *ee'* прямая перпендикулярная sin.

Если рассматривать часовой круг POP', делающий угол θ с меридианом XZP, то пересечение его плоскости с секущей плоскостью, т. е. прямая cp будет составлять с прямой sp угол α, который определится формулой



Черт. 79.

$$\operatorname{tang} \alpha = \sin \lambda \cdot \operatorname{tang} D .$$

Большие круги, проходящие через зенит, будут представляться прямыми, составляющими с sin углы, равные тем, которые делают они на сфере небесной с меридианом, — построение их проэкций, таким образом, очень просто.

Что касается малых кругов, параллельных горизонту, то они будут представляться кругами, которых радиусы определяются формулой

$$r = h \operatorname{tang} Z ,$$

где Z — зенитное расстояние.

Черт. 79 представляет сетку проэкции кругов, параллельных горизонту, и кругов высот до 50° зенитного расстояния.

Резюмируя, мы должны отметить следующие свойства центральной проэкции:

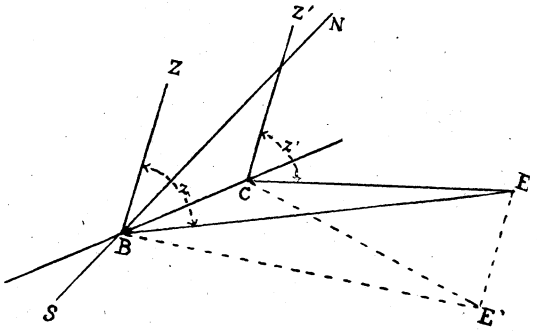
1. Дуги всех больших кругов небесной сферы представляются прямыми линиями.

2. Круги, параллельные горизонту, проектируются кругами.

3. Малые круги, параллельные экватору, в проэкции суть конические сечения — эллипс, парабола и гипербола.

Важно заметить, что если мы будем наносить на сетку звезды, то созвездия окажутся искаженными, а при зенитном расстоянии, большем 65°, даже совершенно *неузнаваемыми*. Потому-то такой картой и *неудобно* пользоваться при наблюдении.

При определении радианта нет нужды, конечно, наносить метеоры на самую сетку. Можно покрыть сетку прозрачной бумагой и чертить следы метеоров на этой бумаге, читая сквозь нее цифры, нанесенные на сетке. Потом прочерчивая назад следы метеоров отмечают области, в которых пересекаются эти следы и выписывают положения центров этих областей по цифрам сетки. Полезно при наложении прозрачной бумаги на сетку прочертить на ней две линии, копируя те, из которых состоит сетка. Совмещая эти линии с теми, с которых они скопированы, мы всегда можем наложить прозрачную бумагу на сетку так, как в первый раз. Это очень важно, чтобы иметь возможность произвести контроль полученных рузельтатов.



Черт. 80.

Если некоторые метеоры окажется возможным отожествить по наблюдениям, сделанным в различных местах, удаленных друг от друга на несколько верст (большая точность при расстоянии верст в 50), то интересно попробовать определить их высоты в земной атмосфере. Для вычисления потребуется только знание прямолинейной тригонометрии, можно удовлетвориться и *графическим построением* треугольников. Следующий чертеж (черт. 80) об'яснит, в чем дело.

Пусть для одного наблюдателя B точка зенита будет Z, а для другого C — в Z'. Так как на 110 верст по меридиану направление отвеса изменяется только на 1° (изменение широты), то, не выходя из пределов ошибок наблюдений, мы можем считать линии BZ и CZ' параллельными, а поверхность земли на расстоянии от B до C плоской.

Пусть E будет истинное положение метеора в момент наблюдений. Пусть зенитное расстояние его для наблюдателя B будет z (угол ZBE), а для наблюдателя C—z' (угол $Z'CE$). Если мы будем знать азимуты метеора для каждого места наблюдений, то будем иметь и углы BCE' и CBE' в треугольнике BCE'. В самом деле, азимутом метеора для B будет

называться угол SBE'; если мы будем знать этот угол, то найдем и дополнение его до 180°, т. е. угол $NBE' = 180° - SBE'$. С другой стороны $NBE' = NBC + CBE'$, где NBC — азимут места наблюдения C при B, известный нам по отсчету на *географической* карте. Следовательно из равенства

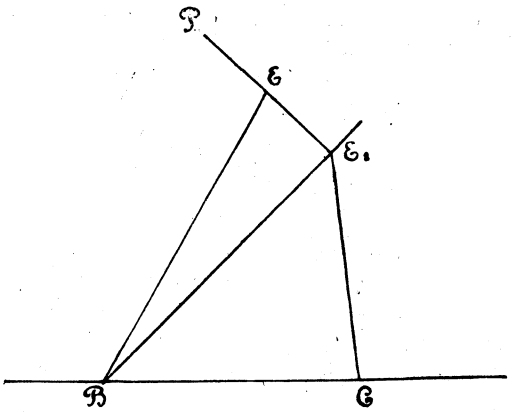
$$180° - SSE' = NBC + CBE',$$

мы прямо имеем, что $CBE' = 180° - SBE' - NBC$.

Точно так же сообразим, что BCE' = азимуту метеора для наблюдателя C + азимут места наблюдения B при C.

Если мы теперь измерим сторону BC, то по стороне и двум к ней прилежащим углам решим, как говорится, треугольник BCE', т. е. вычислим (или *построим*) его стороны BE' и CE'.

А зная CE', мы найдем из треугольника ECE' и сторону EE', т. е. будем иметь высоту метеора. Действительно: угол $ECE' = 90° - z'$, он будет известен, если мы будем знать зенитное расстояние z', и так как треугольник ECE' прямоугольный, то $EE' = CE' \operatorname{tg} ECE'$.



Черт. 81.

Из треугольника EBE' по катету BE' и углу $EBE' = 90° - z$, определим ту же высоту EE', что может служить проверкой.

Графическое же решение задачи будет заключаться в следующем: отложим (черт. 81) на прямой отрезок длиной, равной расстоянию в известном масштабе двух пунктов наблюдений B и C. Из концов этого отрезка проведем прямые: одну под углом E_1BC и другую под углом E_1CB. Из точки пересечения этих прямых E_1 восстановляем перпендикуляр к BE_1, а из точки B проводим прямую, под углом EBE_1 к BE_1. Эта прямая отсекает на перпендикуляре E_1P отрезок EE_1, который и определяет собой искомое расстояние в тех мерах, в каких выражено BC.

Дело сводится таким образом к определению зенитных расстояний z и z' и азимутов метеора. Эти величины мы получим таким образом: сделаем на *прозрачной* бумаге сетку, подобную той, которую имеем на черт. 79, с большим только числом кругов (через 1°), и положим ее на сетку, служившую нам для определения радиантов, совмещая направление меридианов и места *зенита*. (Не забудем поэтому предварительно на последней линии отметить эту точку, зная ее расстояние от полюса.) Тогда зенитные расстояния и азимуты интересующего нас метеора мы отсчитаем непосредственно.

Важно заметить, что если дело идет только о вычислении *радианта*, то сеткой Lorenzoni (черт. 78) можно пользоваться *независимо от широты*

и от часового угла наблюдавшейся части неба, так как, выбирая из проэкций часовых углов *произвольно* одну за начальную, мы можем только изменить внешний вид картины явления на нашей карте, но нисколько не изменим результата вычислений по ней. Но если желательно знать высоту метеора в земной атмосфере, тогда нужна, конечно, сетка, сделанная специально для места и момента наблюдения.

Большая точность получится в том случае, когда наблюдатели располагаются на прямой, перпендикулярной направлению, в котором виден радиант. Если радиант в часы наблюдений оказывается в южной части неба, то наблюдателям лучше раз'ехаться к востоку и западу. Если радиант близ первого вертикала, то по меридиану.

При этом для того, чтобы большее число метеоров оказалось общими, наблюдатель, находящийся к северу, должен большее внимание отдать метеорам, которые пролетают по южным созвездиям его карты, а наблюдатель, находящийся к югу, наоборот — северным. Точно так же тот наблюдатель, который находится к востоку, обращает свои взоры больше к западной части обозреваемой им области неба, а западный наблюдатель — более к восточной.

Карты у обоих наблюдателей должны быть одинаковы. — Копии на прозрачной бумаге с одной и той же карты атласа. Часы сверены до и после наблюдения с верными часами.

ГЛАВА XVII.

Звездное небо.

Суточное движение звезд. — Прямое восхождение и склонение, звездное время, часовой угол. — Общее обозрение неба от созвездия к созвездию. — Время кульминаций различных созвездий. — Зодиакальные созвездия. — Названия ярких звезд. — Угловые расстояния между звездами. — Видимые диаметры звезд, яркость. — Зоркость глаза. — Мерцание звезд.

Немного, конечно, найдется лиц, которые, хотя бы отчасти, хотя бы в некоторых случаях, не чувствовали величественной красоты темной звездной ночи. В минуту душевного восторга, в минуту даже тяжелого горя мы часто обращаем взор наш к чудной панораме неба, стараясь различить в ней отклик на свои мечты о далеком прошлом или светлом будущем.

Но восторги большинства, конечно, общего свойства и мало определенны. Красиво и величественно звездное небо во всей своей громаде. На частных подробностях звездной мозаики большая публика не останавливается. Для нее все звезды одинаковы, как одинаковы все лица негров для человека, незнакомого с этой расой. Число звезд, видимых простым глазом, обыкновенно считают бесконечным — «*не пересчитаешь*».

Гораздо больше удовольствия получить тот, кто хотя немного знаком с небом. Для него звезды оживают. Он видит, что одна много ярче другой, различает цветной оттенок в ее блеске, а также изменение последнего с атмосферными условиями, равно как и в том случае, если звезда переменная; он понимает фигуры, в которые группируются звезды, следит за их перемещениями по небу в течение ночи. А сколько чудес остается скрыто для невооруженного глаза! Звездное небо представляет для нас неиссякаемый источник наслаждений, если только найдется под руками порядочная труба.

Оставляя более подробные описания до следующих глав, мы сделаем здесь только краткий очерк наиболее интересных об'ектов наблюдений, соединяя их по группам.

Если мы присмотримся к небу в начале вечера, а потом поздно ночью, то легко заметим, что звезды меняют свое место. Та звезда, которая была

низко на востоке, теперь уже высоко на юге или даже начала спускаться к западу. Те звезды, которые были на западе, скрылись. Они зашли.

Звезды кажутся нам перемещающимися, как и солнце. Они восходят, поднимаются на некоторую высоту и заходят. Чем меньше географическая широта места наблюдения, тем круче та кривая, по которой поднимается звезда в суточном движении. Некоторые звезды для данного места не восходят вовсе и остаются невидимыми, некоторые не заходят, но они все вращаются около одной оси — оси мира. Время обращения небесного свода равняется 24 часам без 4-х минут наших обыкновенных (средних) часов. Мы можем проверить это непосредственно. Заметим момент, когда скроется какая-нибудь звездочка за крестом церкви или флагштоком ближайшего общественного здания. Придем на место нашего наблюдения в следующий день и опять отметим тот же момент. Явление произойдет на 4 минуты раньше, чем накануне, если только наши часы идут верно.

Особенно интересен момент наибольшей высоты звезды, так называемая *верхняя кульминация*. В это время звезда проходит через меридиан места наблюдения в южной его части. Для звезд незаходящих мы можем наблюдать и *нижние* кульминации, т. е. их прохождения через меридиан в северной части, под полюсом.

В каждый следующий день звезда кульминирует по нашим часам на 4 минуты раньше, чем в предыдущий. Через месяц явление будет происходить на два часа раньше, через два месяца — на 4 часа и т. д. Через год цикл повторится.

Вследствие этого картина неба меняется по временам года. Те звезды, которые осенью видны по вечерам на западе, зимой заходят еще днем, их место занято другими, а на востоке прибыли новые.

К весне опять заметны изменения в картине звездного неба. Мы узнаем и своих старых знакомых, которые скрылись от нас осенью, только теперь они на востоке.

Положение звезды на сфере небесной определяется двумя величинами: ее склонением — δ и прямым восхождением — α.

Склонением называется расстояние звезды от экватора, считаемое по кругу, проведенному через звезду и полюсы сферы, — это так называемый круг склонения. А *прямое восхождение* есть расстояние этого круга, считаемое по экватору, от одной определенной точки последнего (точки весеннего равноденствия).

Склонение считается от 0° до 90° в обе стороны от экватора. К северу оно принимается положительным (+), к югу отрицательным (—).

Прямое восхождение считается в *одну* сторону (с запада на восток) от 0° до 360°; еще чаще оно выражается в часах.

Свод небесный вращается равномерно. Полный оборот его, как мы сказали, равняется 24 часам без 4 минут по нашим обыкновенным часам. Его считают равным 24 *звездным* часам. В каждый звездный час небесный свод повернется на 15°. Если в данный момент известная звезда кульминировала, то через час ее круг склонения будет составлять с меридианом

угол в 15°, через два часа — 30° и т. д. Самый угол этот называется *часовым* углом; он считается к западу положительным (+), а к востоку, когда звезда еще не дошла до меридиана, отрицательным (—).

Одна минута времени равняется 15 минутам дуги, одна секунда — 15 секундам дуги.

Таблицы IV и V позволят нам легко перейти от часов к градусам и от градусов к часам с их долями.

Вместо 270° 30′ мы скажем, что прямое восхождение звезды равняется 18 час. 2 мин. или с латинскими обозначениями, $18^h\,2^m$. Такая звезда пройдет через меридиан позднее, чем точка весеннего равноденствия на 18 час. 2 мин.

Тот момент, когда кульминирует точка весеннего равноденствия, считают началом *звездных* суток. Вследствие этого *звездное* время во всякий данный момент равняется прямому восхождению той звезды, которая в этот момент проходит через меридиан.

10-го марта *старого стиля* в полдень звездное время равняется приблизительно нулю. На другой день в полдень оно, очевидно, около 4-х минут, на третий — 8 и т. д. Через месяц оно равняется 2 часам.

9—10-го	Июня	звездное	время	в	полдень	— 6 час.
9-го	Сентября	»	»	»	»	— 12 »
9-го	Декабря	»	»	»	»	— 18 »

Приблизительно мы всегда можем сами подсчитать звездное время в полдень данного дня. Но для удобства в конце книги дана таблица (табл. I). Для нас это весьма важная величина. Положим, мы хотим узнать, *какие* звезды будут кульминировать в 8 час. вечера 19-го Сентября. В полдень этого дня звездное время приблизительно равняется 12 час. 40 мин. Через 8 час. после полудня оно будет 20 час. 40 мин.[1]). Все звезды, которых прямое восхождение равняется 20 час. 40 мин., будут в это время в меридиане.

Их высота при этом определится по формуле $90 - \varphi + \delta$, где φ — географическая широта места наблюдения, а δ — склонение звезды. Для Москвы $\varphi = 55° 45'$, так что звезда, склонение которой $= + 25° 30'$, в меридиане будет стоять над горизонтом на $59° 45'$ $(= 90° - 55° 45' + + 25° 30')$. Звезда, склонение которой $= - 15° 20'$, поднимется для Москвы на высоту $18° 55'$ $(= 90° - 55° 45' - 15° 20')$.

Можно задать себе также вопрос, в *какой* час (по среднему времени) данного дня будет кульминировать *известная* звезда?

Положим, мы хотим узнать момент кульминации Сириуса для 21-го Декабря.

---

[1]) При более точном расчете нужно взять звездное время в полдень из астрономического календаря на соответственный год и ввести кроме того поправку среднего солнечного времени на звездное. Так, например, для 1894 года звездное время в средний московский полдень 19-го сентября = 12 час. 40 мин. 24 сек. Наблюдения предполагаются ровно в 8 часов. Но каждый час среднего времени больше звездного часа, он = 1 звездному часу + 9,8 секунд, так что 8 средних часов = 8 час. звездн. + 1 мин. 19 сек., как дает нам таблица II. Таким образом звездное время в момент наблюдения будет 20 час. 41 мни. 43 сек.

Прямое восхождение Сириуса = 6 час. 41 мин.

Звездное время в полдень 21-го Декабря = 18 час. 47 мин. Оно будет равняться 24 час., т. е. 0, через 5 час. 13 мин. после полудня, а кульминация Сириуса последует через 6 час. 41 мин. после этого момента, так что Сириус будет кульминировать 21-го Декабря, приблизительно, в 11 час. 54 мин.[1]).

Прямое восхождение и склонение звезды из года в год несколько изменяются Соответственные поправки к данному положению звезды мы усчитаем по таблице VII.

Звезд, видимых простым глазом, не так много, как это кажется на первый взгляд. На наши широты их приходится только около 4000. Они все сосчитаны.

С самых древних времен звезды разбиты на группы, так называемые *созвездия*, которым даны имена. Последние имеют для нас чисто условный характер. Ни Тельца, ни Девы, ни Овна мы собственно не видим[2]). Нужно много воображения и фантазии, чтобы заключить звезды в контур той фигуры, по которой получила имя данная группа звезд. Но в этом беды большой нет. К символическому значению имен привыкнуть легко и нетрудно научиться различать созвездия одно от другого по их главным звездам, соединяя последние в несложные геометрические фигуры.

Отдельные звезды каждого созвездия носят также различные названия. Но теперь более принято обозначать их буквами греческого алфавита, при чем буквой α обозначают самую яркую звезду в созвездии. Когда не хватает греческих букв, вводят еще латинские или просто обозначают звезды цифрами.

Этих обозначений держались и мы на наших картах. Мы удержали на них также латинские названия созвездий. Перевод найдем в тексте. Те линии, которыми мы соединили отдельные звезды, укажут фигуры, характеризующие созвездия.

Мы надеемся, что четырех наших карт будет совершенно достаточно для общего знакомства с небом. Они дают нам даже очень мелкие подробности в каждом созвездии. На них нанесены все об'екты, о которых мы упоминаем ниже в тексте. Мы не вводили только условных обозначений двойных и переменных звезд. В тексте даны подробные каталоги этих об'ектов и указаны их положения.

В центре первой карты находится северный полюс небесной сферы. Концентрические окружности представляют собой *параллельные* круги различных склонений. Прямые, исходящие из центра, суть проэкции кругов склонений.

---

[1]) Точнее: звездное время в средний московский полдень 21-го декабря (1894 года) — 18 час. 47 мин. 4 сек. Звездное время в момент кульминации Сириуса 6 час. 40 мин. 33 сек., следовательно, от полудня до кульминации Сириуса прошло 11 час. 53 мин. 29 сек. (24 час. + 6 час. 40 мин. 33 сек. — 18 час. 47 мин. 4 сек.) звездного времени. Чтобы получить этот промежуток в среднем времени, нам придется вычесть 1 мин. 57 сек., что легко вычислить по таблице III. Таким образом 21-го декабря 1894 года Сириус кульминировал по нашим обыкновенным часам в 11 час. 51 мин. 32 сек. ночи.

[2]) Некоторые мифы, об'ясняющие названия созвездий, и образцы мифологических фигур приведены в моем Звездном атласе. Изд. Маркса. 1906.

На трех остальных картах уместилась экваториальная зона сферы — от 40° северного склонения до 30° южного. Круги склонений представлены здесь прямыми вертикальными.

Прямое восхождение рассчитано на картах в градусах. Но, конечно, когда оно будет дано нам во времени, мы не затруднимся сделать перевод с помощью таблиц IV и V.

Если мы вперед подсчитаем, какое созвездие кульминирует в момент наблюдения, то мы с картой легко найдем его на юге.

От него перейдем к соседним и т. д.

Расположившись с картой и фонарем где-нибудь на открытом месте в саду или на дворе, мы можем изучить в одну темную ночь целую полусферу.

По мере изменения неба с временами года мы познакомимся и с остальными созвездиями.

На первый раз советуем обращать внимание только на главнейшие яркие созвездия.

Удобно также начинать изучение неба с созвездия Большой Медведицы (Ursa major). Это созвездие видно всегда и везде. Оно известно каждому, по крайней мере та часть его, которая представляет из себя большой ковшик.

Семь звезд этой фигуры довольно ярки и всегда могут быть легко найдены в северной части неба.

Интересна средняя звезда в ручке ковшика (ζ), так называемый *Мицар*. Около нее в расстоянии 12′ хороший глаз заметит еще маленькую звездочку g — *Алькора*. В трубе сам Мицар разделится на две звезды.

Если мы соединим две крайние звезды этого ковшика α и β и продолжим линию в сторону α на расстояние, в 5 раз большее расстояния α и β, то мы встретим яркую звезду *Полярную* (Polaris)[1]), которая описывает в суточном вращении около полюса мира только небольшой кружок.

Вследствие вращения небесного свода положение линии $\beta\alpha$ относительно горизонта постоянно меняется. Около 9 часов вечера в октябре эта линия вертикально поднимается вверх, в Январе около этого времени она горизонтальна и идет с востока на запад, в июле наоборот — с запада на восток. Но во всяком случае эту линию мысленно провести нетрудно и всегда можно скоро отыскать по этому способу Полярную звезду.

А начиная с Полярной, легко проследить и другой ковшик, у которого только ручка изогнута в обратную сторону, сравнительно с первым, да звезды помельче. Это — *Малая Медведица* (Ursa minor).

Линия, соединяющая звезду ε Б. Медведица с Полярной и продолженная дальше, попадает в середину созвездия *Кассиопеи* (Cassiopeja). Это созвездие симметрично с Большой Медведицей относительно Полярной. Когда Большая Медведица на западе, Кассиопея на востоке и наоборот. Главные звезды Кассиопеи: β, α, γ, δ и ε образуют фигуру растянутой буквы *W*.

[1]) В некоторых случаях Polaris будет не на самой линии, соединяющей α и β, а близ нее.

Справа к северу от Кассиопеи расположился Цефей (Cepheus), в котором звезды γ, ι, ζ, α, β и χ образуют надломенный параллелограмм.

С противоположной стороны от Кассиопеи длинной дугой тянется ряд звезд *Персея* (Perseus): η, γ, α, δ, ε, ξ, ζ. Эта дуга оканчивается весьма заметной кучкой звезд, которые зовутся *Плеядами*. Плеяды относятся впрочем уже к созвездию Тельца.

Звезда α Персея лежит на одной прямой с тремя яркими звездами: γ, β и α широко раскинувшегося созвездия *Андромеды* (Andromeda).

α Андромеды с β, α и γ *Пегаса* (Pegasus) составляет четыреугольник, который вместе с только что указанной прямой образует фигуру, весьма похожую на фигуру Большой Медведицы, только гораздо большую (карты II и IV).

Интересно проследить, что линия, соединяющая звезды α и β Большой Медведицы, пройдет также через α и β Пегаса.

Линия, соединяющая α и γ Большой Медведицы, тянется приблизительно к α Персея, а дальше встречает интересную переменную звезду β Персея, которая зовется *Альголем*.

К западу от Альголя под Андромедой нетрудно найти небольшое созвездие *Треугольника* (Triangulus) (карты I и II).

Под ним (карта II) выделяются три звезды α, β и γ *Овна* (Aries).

Между Овном, Андромедой и Пегасом в виде двух слабых ветвей, исходящих от одной звезды α, тянутся Рыбы (Pisces).

Под Рыбами — широкое созвездие *Кит* (Cetus), в котором особенно интересна знаменитая переменная звезда «Mira» (o Ceti).

К востоку от Персея можно различить большой неправильный 5-угольник — созвездие *Возничего* (Auriga). Самая блестящая звезда этого созвездия α Aurigae (*Капелла*) лежит почти на продолжении линии, соединяющей δ и α Большой Медведицы (карта I).

Наиболее южная звезда 5-угольника принадлежит к созвездию *Тельца* (Taurus). Это так называемая β Tauri. В созвездии Тельца (карт. II) интересна также, кроме указанной группы Плеяд, еще группа *Гиад*. Она представляется в форме римской цифры V. Наиболее яркая звезда этой группы зовется *Альдебараном*. Эта главная звезда созвездия — α Tauri. Линия $\delta\alpha$ Большой Медведицы встречает ее.

Слева от Альдебарана острый глаз различит интересную пару небольших звездочек σ_1 и σ_2, взаимное расстояние которых равняется $7'$. В Гиадах видна еще пара: ϑ_1 и ϑ_2 (расстояние $5' \cdot 5$).

Несколько южнее и восточнее Тельца находится созвездие *Ориона* (Orion) — самое красивое на всем нашем небе; линии, соединяющие α с β этого созвездия и γ с χ, пересекаясь в ε, образуют большую русскую букву X.

Три звезды δ, ε и ζ, составляющие пояс Ориона, резко бросаются в глаза, так как они довольно ярки и лежат почти точно на одной прямой. Со звездами η, c, ϑ и ι они образуют фигуру могильного креста, с одной (западной) стороны разрушенного. Звезду ϑ окружает знаменитая туманность, видимая даже в слабую трубу. α Orionis носит название *Бетейгейзе*, а β Orionis зовется *Ригелем*. δ Orionis лежит как раз на *экваторе*,

и поможет нам сообразить, как располагается в данном месте наблюдения эта важная плоскость.

Прямая $\delta\ \varepsilon\ \zeta$, продолженная в сторону звезды ζ, встречает *Сириуса*, который является главной звездой в созвездии *Большого Пса* (Canis major). Сириус — самая яркая звезда на всем небе. Он необычайно красив в морозную зимнюю ночь. В настоящее время он белого цвета, но в древности был красный.

Непосредственно под Орионом нетрудно заметить небольшой четыреугольник — это созвездие *Заяц* (Lepus).

На северо-восток от созвездия Ориона тянутся в виде двух прямых *Близнецы* (Gemini). Прямыя оканчиваются двумя светлыми звездами α и β Geminorum. Первая из них (более северная) зовется *Кастором*, вторая — *Поллуксом*. Диагональ $\delta\ \beta$ четыреугольника Большой Медведицы пройдет между этими звездами.

На продолжении линии, соединяющей Полярную и Кастора, найдем *Проциона* — главную звезду в созвездии *Малого Пса* (Canis minor).

Когда Близнецы проходят через меридиан, на востоке не трудно найти большую трапецию (карт. III). Это *Лев* (Leo). Нижняя правая звезда этой трапеции — *Регул* (α Leonis), левая нижняя — *Денебола* (β Leonis).

Между Львом и Близнецами можно заприметить туманную довольно широкую массу. Это звездное скопление в созвездии *Рака* (Cancer), которое называется Praesepe. Со звездами γ и δ этого созвездия оно образует небольшую дугу (карта III и I).

А к востоку от Льва нетрудно найти пирамидку слабых звезд (карт. III). По этой фигуре узнается созвездие *Волосы Вероники* (Coma Berenices).

Под ним раскинулось созвездие *Девы* (Virgo). Линия, соединяющая α с γ в Большой Медведице, пройдет через главную звезду этого созвездия, так называемую *Спику* (α Virginis).

Точка, симметричная с γ Virginis по отношению к η Virginis, укажет нам приблизительно то место, где солнце пересекает экватор, переходя из северного полушария в южное (точка *осеннего*[1]) равноденствия).

С левой стороны от Девы среди слабых звезд резко выделяются две яркие, по которым узнаем созвездие *Весов* (Libra) — это α и β Librae; β несколько выше и левее, чем α.

Снизу от горизонта к весам поднимается *Скорпион* (Skorpius).

Пониже Спики, несколько вправо, три звезды второй величины: β, δ, γ и одна звезда третьей величины образуют неправильный четыреугольник, характеризующий созвездие *Ворона* (Corvus).

Рядом с ним *Чаша* (Crater).

Линия, соединяющая ζ и η Большой Медведицы, будучи продолжена в сторону η, укажет нам яркую звезду в созвездии *Пастуха* (Bootes), так называемого *Арктура* (α Bootis). В этом созвездии α, ε и δ лежат на одной прямой; к ней примыкает треугольник $\delta\ \beta\ \gamma$ (карта I и III).

К востоку от Пастуха мы найдем *Северную Корону* (Corona borealis),

[1]) Точка *весеннего* равноденствия в настоящее время лежит в созвездии Рыб и ничем особенным на небе не отмечена.

которая представляется довольно большим полукругом (карты I и III). Главная звезда этого созвездия — *Гемма* (α Coronae bor.).

Большое, но неимеющее особенно ярких звезд, созвездие *Геркулеса* (Hercules) можно признать по звездам: η, ζ, β, π, ε и δ, которые образуют нечто в роде неправильного X (карта I и IV.) С помощью прямых $\eta\sigma\tau$, $\pi\iota$, $\delta\lambda\mu\xi$, $\beta\gamma\varkappa$, $\beta\alpha$ и $\delta\alpha$ мы проследим созвездие почти до пределов его во всех направлениях.

К югу от Геркулеса находятся два перепутанных между собой созвездия: *Змееносец* (Ophiuchus) и Змея (Serpens). В старых атласах здесь стоит человек и держит змею, которая вытянула голову вправо, а хвост откинула налево. ϑ и η Serpentis лежат на одной прямой с η Ophiuchi; от этой последней звезды нетрудно провести ломанную через ζ, ε, δ, Ophiuchi к α Serpentis и дальше к δ, β и т. д.

α Ophiuchi недалеко от α Herculis (карта IV).

Малую Медведицу с трех сторон обвивает *Дракон* (Draco). Он тянется длинной ломанной лентой вдоль созвездий Большой Медведицы, Пастуха, Геркулеса и пр. Здесь мы легко найдем звезды: λ, $\varkappa$, α, ι, ϑ, η, ζ, χ, δ, ξ, γ, β и ν. Последние четыре образуют небольшую трапецию. Это голова Дракона (карта I).

Немного к югу от нее сияет *Вега* — главная звезда в созвездии *Лиры* (Lyra). Пониже Веги из звезд β, γ, ζ и δ образуется параллелограмм. Интересна слабая звездочка ε — близ Веги. Особенно дальнозоркий глаз разделит ее на две (расстояние $3'\cdot5$). Нормальному глазу она представляется вытянутой, особенно, если смотреть *боковым* (см. стр. 208) зрением. В бинокль ε разделяется легко (карты I и IV).

К востоку от Лиры мы найдем *Лебедя* (Cygnus). Он представляется в виде креста, который лежит вдоль Млечного Пути. Линии, соединяющие α с β и ε с δ, пересекаются в γ. Главная звезда (α Cygni) называется *Денебом*, вторая (β Cygni) — *Альбирео*. Это слабая звездочка, но весьма интересная. Она двойная с разноцветными составляющими. В трубе она разделяется легко (карты I и IV).

Под Лебедем находится *Орел* (Aquila). Три звезды его: γ, α, β представляют слабо изогнутую кривую, почти прямую. Главная звезда носит название *Альтаир* (карта IV).

Налево от Орла видно слабое созвездие *Дельфина* (Delphinus) — группа звезд, в которой можно выделить четыреугольник.

Под орлом и Змееносцем — широкое созвездие *Стрельца* (Sagittarius).

На востоке от него *Козерог* (Capricornus) и *Водолей* (Aquarius) под Пегасом (карта IV).

Между этими главными созвездиями находится несколько второстепенных, слабых, имена которым отчасти даны уже в новое время.

Если мы, положив перед собой карты, будем следить по ним в направлении обычного счета прямых восхождений (против видимого суточного движения) и при этом всегда будем постепенно от северного полюса переходит к экватору и ниже, то созвездия предстанут перед нами в такой последовательности.

0^h—3^h: Cassiopeja (Кассиопея). Andromeda (Андромеда). Triangulum (Треугольник). Pisces (Рыбы). Aries (Овен). Cetus (Кит).

3^h—6^h: Camelopardalis (Жираф). Perseus (Персей). Auriga (Возничий). Taurus (Телец). Eridanus (Эридан). Orion (Орион). Lepus (Заяц).

6^h—9^h: Lynx (Рысь). Gemini (Близнецы). Cancer (Рак). Canis minor (Малый Пес). Monoceros (Единорог). Canis mojor (Большой Пес). Argo navis (Корабль Арго).

9^h—12^h: Ursa major (Б. Медведица). Leo minor (Малый Лев). Leo (Лев). Sextans (Секстант). Crater (Чаша). Hydra (Гидра).

12^h—15^h: Bootes (Пастух). Canes Venatici (Борз. Собаки). Coma Berenices (Волоса Вереники). Virgo (Дева). Corvus (Ворон).

15^h—18^h: Ursa minor (М. Медведица). Draco (Дракон). Hercules (Геркулес). Corona borealis (Сев. Венец). Serpens (Змея). Libra (Весы). Ophiuchus (Змееносец).

18^h—21^h: Lyra (Лира). Cygnus (Лебедь). Vulpecula (Лисица). Sagitta (Стрела). Delphinus (Дельфин). Aquila (Орел), Serpens (2-я часть Змеи). Scutum Sobiesii (Щит Собиевского). Sagittarius (Стрелец). Capricornus (Козерог).

21^h—24^h: Cepheus (Цефей). Lacerta (Ящерица). Pegasus (Пегас). Equuleus (Малый Конь). Aquarius (Водолей).

В приведенном списке мы называем каждое созвездие по одному разу, но, конечно, многие из них заходят из одного сектора в другой. Созвездие Дракона могло бы быть приведено 4 раза, так как по прямому восхождению оно тянется на 11 часов.

Все созвездия одной и той же группы кульминируют приблизительно вместе, и если одно уже все прошло через меридиан, то другое идет или вообще недалеко от него.

Таким образом, если наблюдать всякий раз *около 10 часов вечера*, то мы будем видеть первую группу созвездий на юге в ноябре, вторую в декабре и январе, третью в феврале, четвертую в марте и апреле, пятую в апреле и мае, шестую в июне и июле, седьмую в августе и сентябре и восьмую в октябре.

Созвездия, которые лежат по эклиптике, т. е. на пути солнца в его

видимом годовом движении, древние выделили в особый, так называемый *зодиакальный*, пояс и обозначили особыми гиероглифами.

Овен	♈	Весы	♎
Телец	♉	Скорпион . . .	♏
Близнецы . . .	♊	Стрелец	♐
Рак	♋	Козерог	♑
Лев	♌	Водолей	♒
Дева	♍	Рыбы	♓

Изменив для трех созвездий обычные названия, поэт Авзоний составил двустишие:

«*Sunt: Ariez, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo*
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces».

Оно позволяет нам легко запомнить порядок, в котором следует зодиакальные созвездия друг за другом.

Так как для ярких звезд еще в большом употреблении прежние названия их, то приводим список главнейших и укажем кстати дни года, когда эти звезды кульминируют *в 10 часов вечера*.

Альгениб	γ	Perasi	24 октября (нов. ст.).
Альголь	β	Persei	7 декабря,
Альдебаран	α	Tauri	29 декабря,
Альтаир	α	Aquilae	19 августа,
Антарес	α	Scorpii	28 июня,
Арктур	α	Bootis	26 мая,
Бетейгейзе	α	Orionis	18 января,
Беллятрикс	γ	Orionis	11 января,
Вега	α	Lyrae	31 июля,
Гемма (Жемчужина)	α	Coronae bor. .	14 июня,
Денеб	α	Cygni	1 сентября,
Денебола	β	Leonis	18 апреля,
Капелла (Коза) . .	α	Aurigae	14 января,
Кастор	α	Geminorum . .	15 февраля,
Маркаб	α	Pegasi	6 октября,
Мицар	ζ	Ursae majoris .	13 мая,
Поллукс	β	Geminorum . .	13 февраля,
Полярная	α	Ursae minoris .	11 ноября,
Процион	α	Canis minoris .	14 февраля,
Регул	α	Leonis	23 марта,
Ригель	β	Orionis	8 января,
Сириус	α	Canis majoris .	31 января,
Спика (Колос) . .	α	Virginis	13 мая,
Фомальгаут	α	Piscis austr. . .	5 октября.

Иногда интересно прикинуть угловое расстояние между звездами. Масштабом может служить нам диаметр Луны, который, как мы уже упоминали не раз, $= {}^1/_2$ градуса.

Можно заметить также, что

расстояние между	δ и γ Кассиопеи	$3^2/_3$ градуса.
»	» Кастором и Поллуксом	$4^1/_2$ »
»	» α и β Кассиопеи	5 »
»	» α и β Большой Медведицы	$5^1/_3$ »
»	» α и β Cygni	22 »
»	» α и γ Андромеды	26 »

Нужно только быть очень осторожным при оценках на глаз угловых расстояний в созвездиях низких. У горизонта нам все кажется больше. Луна восходит огромным шаром, который, поднимаясь, делается все меньше и меньше. И каждое созвездие у горизонта имеет большие размеры, чем в то время, когда оно поднялось на значительную высоту.

Нельзя соразмерять угловые расстояния и по карте, потому что на ней размеры созвездий сокращаются в различных направлениях различно, в зависимости от проэкции, в которой начерчена карта. При этом нужно руководствоваться отсчетами кругов сетки.

Благодаря огромным расстояниям, на которые удалены звезды, размеры их совершенно для нас исчезают. При наблюдении покрытий звезд Луною мы убеждаемся в этом непосредственно. Как бы ярка звезда ни была, она исчезает за краем лунного диска мгновенно, между тем как планета покрывается Луной постепенно. Но для невооруженного глаза звезды *имеют* протяжение. Чем ярче звезда, тем она кажется нам больше, благодаря лучам, исходящим из яркой точки во все стороны. В южных широтах на черном небе звезды кажутся больше, чем на севере.

При оценке видимых диаметров звезд имеют огромное значение физиологические особенности глаза наблюдателя. Для близорукого звезды кажутся больше.

Труба сильно уменьшает видимый диаметр звезды.

Более интересно сравнение яркости звезд и распределение их на классы.

Блеск звезд каждого последующего класса (в среднем) в $2^1/_2$ раза менее, чем в предыдущем. При точных фотометрических исследованиях установлены и промежуточные степени, так что, кроме звезд 1, 2, 3, 4, 5, 6 величины, встречаются звезды, яркость которых оценена числом 2.3, 4.5, 5.7 и т. п.

К 1-му классу отнесены 20 самых ярких звезд. Из них 5 невидимы на нашем небе. Между собой звезды эти по яркости различаются довольно много. В следующей таблице мы сопоставляем их относительную величину и яркость по Пикерингу.

Звезда.	Величина.	Яркость
Сириус	0,1	4,41
Арктур	0,8	1,21
Ригель	0,8	0,89
Вега	0,9	1,05
Капелла	1,0	1,03
Процион	1,0	0,75
Бетейгейзе	1,0	0,44

Звезда.	Величина.	Яркость.
Альдебаран	1,1	0,48
Альтаир	1,3	0,42
Спика	1,3	0,33
Антарес	1,3	0,45
Регул	1,3	0,33
Фомальгаут	1,4	—
Поллукс	1,4	0,45
Денеб	1,7	0,31

Звезды первой величины появляются на небе тотчас после захода солнца, они видны свободно и при полной Луне.

Звезды второго класса появляются в конце сумерек. Из них более известны: Кастор, 6 звезд Большой Медведицы, 2 звезды Малой Медведицы, 3 наиболее яркие звезды Кассиопеи, 3 звезды Андромеды, 3 звезды Пегаса, которые с α Андромеды составляют четыреугольник; γ, δ, ε, ζ, ι Orionis; α Persei; α Arietis; β Tauri; β Aurigae; α Hydrae; β Leonis; α и β Librae; α Coronae borealis; β Scorpii; α Ophiuchi и пр.

Звезды третьего класса становятся видимыми только тогда, когда наступит полная ночь. Таковы — β Trianguli; γ, δ, ζ Persei; β Cephei; 9 звезд Дракона; γ, ζ, δ, η Herculis; η Pegasi; δ и ε Cassiopejae; ϑ и ι Aurigae; ϑ, ι, μ, ψ, ε Ursae majoris; γ Ursae minoris; γ Virginis; γ, ϑ, ζ, λ Aquilae; β Arietis; ι Orionis; μ Geminorum; ε, ζ Leonis; γ, δ, η Bootis; η Serpentis; β, ζ Cygni и пр.

Сравнительное изучение блеска звезд может иметь и научное значение, если оно правильно организовано.

Важно установить точно яркость звезды для данного времени, чтобы последующие исследователи могли решить, изменяется ли она современем и в какой степени. Возможны при этом также интересные открытия переменных и новых звезд.

Хотя для определения блеска звезд существуют специальные приборы, так называемые *фотометры*, но можно обойтись и без них. Для тех звезд, которые видимы простым глазом, можно даже не иметь совсем трубы. В крайнем случае поможет бинокль.

Гершель, а потом, в более разработанной форме, Аргеландер дали нам простой, но изящный способ определения блеска звезд. Он заключается в непосредственном сравнении яркости близких между собою звезд.

Определяется таким образом *относительная* яркость.

Наблюдения при этом весьма несложны.

Всматриваемся некоторое время в одну из выбранных нами звезд и стараемся запомнить ее блеск, потом взор наш переводим на другую звезду и отмечаем в условных единицах, насколько она ярче или слабее первой.

Тем читателям, у которых найдется досуг, мы настоятельно рекомендуем заняться такого рода исследованиями. Подробную инструкцию к наблюдениям и их обработке мы найдем ниже в главе о *Переменных звездах*, а здесь заметим еще, что наблюдения всегда лучше располагать в системе. Сначала сравним между собою все яркие звезды 1-ой и 2-ой

величины, выбирая их на одной высоте над горизонтом и недалеко одна от другой (maximum расстояния 10—12 градусов). Потом перейдем к более слабым и изучаем их по созвездиям. Но эти наблюдения мы должны непременно связать с прежними, сравнивая звезды 3-ей величины с ближайшими яркими, блеск которых определен раньше.

Надо также иметь в виду, что разницу в блеске ярких звезд легче подметить в сумерки, чем ночью. Обилие света в этом отношении вредно.

Нормальный глаз в ясную черную ночь может видеть звезды до шестой величины. Зоркий глаз различает их больше.

Для испытания остроты зрения удобный об'ект — Плеяды. Близорукий глаз едва различает в этой группе отдельные звезды, нормальный глаз ясно видит 6 звезд, дальнозоркий 7—8. Учитель Кеплера, Местлин, видел 14 звезд.

Нормальный глаз свободно видит Алькора — звездочку 5-ой величины близ Мицара — средней звезды в хвосте Большой Медведицы, он разделит пары σ и δ Tauri (в Гиадах).

ε и 5 Лиры будут казаться удлиненной звездочкой, особенно если смотреть боковым зрением (стр. 171).

Звезду легче усмотреть, если знаешь, что в данном месте она действительно есть.

Поэтому Полярную звезду, которая почти не изменяет своего положения на небе, бывает нетрудно найти тотчас, как солнце зайдет.

При первом, поверхностном взгляде на звезды мы легко заметим, что они горят неспокойно, — *мерцают*. Они то вдруг как бы вспыхнут, то потухают, переливаются различными цветами — вот блеснул красный оттенок, за ним зеленый, синий. Изменяется блеск и цвет звезд, их видимый диаметр и длина расходящихся от них во все стороны лучей.

Чем ближе к горизонту стоит звезда, тем мерцание ее больше, наоборот зенитные звезды блестят спокойнее.

Мерцание звезд более заметно в сырую погоду. Особенно красивы переливы цветов в морозную зимнюю ночь или тотчас после дождя, если вдруг откроется звездное небо. Усиление мерцания часто предвещает дождь и заметно иногда дня за два до дождя. На мерцание влияет также изменение температуры и давления воздуха. Таким образом, по мерцанию звезд мы можем судить о погоде, но общих правил относительно этого не выработано, тем более, что мерцание зависит и не только от метеорологических условий.

По исследованиям Montigny, наиболее сильно мерцают белые звезды, как, например, Сириус, Вега, Процион, Альтаир, Регул, Кастор, β, γ, ε, ζ Ursae majoris, α Andromedae; слабее желтые — Капелла, Поллукс, Денеб, γ Orionis, γ Andromedae, α Librae, β Tauri, β Leonis, α Ursae majoris.

Всего менее мерцание заметно в оранжевых и красных звездах, как напр. Антарес, α Herculis, Альдебаран, Арктур, Бетейгейзе, α Hydrae, ε Pegasi и т. д.

Планеты совсем не мерцают. Они посылают к нам ровный спокойный блеск. По одному этому признаку мы легко отличим их от звезд.

В трубе мерцание меньше.

Для исследования мерцания звезд было предложено несколько способов, из них более совершенный — способ Montigny, который придумал для этого особый прибор *сцинтиллометр*, представляющий из себя трубу с вращающимся внутри ее, около оптической оси, зеркалом, так что изображение звезды представляется нам непрерывной окружностью. В случае сильного мерцания окружность эта будет состоять из нескольких дуг различных цветов, постоянно меняющихся. Наблюдения и состоят в счете тех цветов, которые последовательно появляются в определенной части окружности.

Араго предложил для исследования мерцания закрывать об'ектив трубы диафрагмой, а окуляр вдвигать до тех пор, пока изображение звезды, являющейся сначала в виде ровного диска, не будет иметь в центре темного пятна. Если звезда мерцает, то в центре этого темного пятнышка будет появляться светлая точка через различные промежутки, обусловливаемые состоянием атмосферы.

За неимением трубы можно удовлетвориться наблюдениями невооруженным глазом.

Главная трудность при этих исследованиях заключается в установлении шкалы, измеряющей интенсивность мерцания. Она вырабатывается по сравнению явления от дня ко дню и из года в год. Терпение и навык помогут справиться с задачей.

ГЛАВА XVIII.

Двойные звезды.

Двойной звездой называется такая, которая для невооруженного глаза представляется простой, а в трубе разделяется на две. Две звезды так близки друг к другу, что для невооруженного глаза они сливаются в одну. Нужна труба с более или менее сильным увеличением, чтобы разделить их.

Различают оптические и физические пары. Первые только кажутся нам двойными. Они находятся от нас по одному направлению, но далеко стоят друг за другом. Наоборот, в физической паре звезды действительно близки между собой. Они связаны друг с другом в одну систему. Эти двойные звезды особенно интересны для нас. Здесь заметны перемещения одной звезды относительно другой. Так называемый спутник (меньшая звезда) ходит вокруг главной звезды, как ходит спутник Юпитера вокруг планеты или наша Луна вокруг Земли. Правда, движения эти медленны. Если мы сегодня и завтра посмотрим какую-нибудь пару, то не найдем в относительном положении ее составляющих никаких изменений, но года через три, четыре они могут быть заметны, по крайней мере, в некоторых парах, время оборота которых не слишком велико.

Астрономы весьма интересуются движениями в двойных системах. Для них, как оказывается, имеет силу тот же закон всемирного тяготения, который господствует и в нашей солнечной системе. Любители тоже могут быть полезны своими наблюдениями. Особенных средств для этого можно не иметь, но терпения и искусства впрочем надо *много*. В этом отношении особенно велик барон Дембовский. Он начал свои знаменитые по точности измерения двойных звезд с трубой всего 5 дюймов. У него не было даже круга положений для измерения тех углов, которые составляет линия, соединяющая компоненты пары, с кругом склонения, проходящим через главную звезду. У него был один микрометр, с помощью которого он измерял только расстояния. Но Дембовский придумал способ, который позволил из одних только расстояний вычислить и угол положения.

Мы не даем подробной инструкции для измерений двойных звезд, так как они всетаки сложны. Если бы кто из наших читателей заинтересовался этого рода наблюдениями, он должен будет обратится к *специальным* астрономическим изданиям. Особенного внимания заслуживают труды Вильгельма Струве и Дембовского. Для предварительного знакомства с вопросом можно указать книгу: A Handbook of Double Stars . . . by Edwd. Crossley, Joseph Gledhill and James M. Wilson.

Но двойные звезды представляют много интересного и для общих наблюдений. Самый факт *деления* трубой звезды на две производит большое впечатление. Часто попадаются *разноцветные* двойные звезды. По большей части цвета составляющих дополнительные, т. е. такие, которые вместе дали бы белый цвет. Так, желтый и оранжевый часто комбинируется с зеленым и голубым.

Встречаются также спутники красного цвета и фиолетового.

Не нужно думать, что здесь оптический обман. Если мы уведем одну звезду из поля зрения, то другая не изменит своего цвета.

Вероятно, разность цветов указывает на различие в самой природе составляющих пары, но пока вопрос этот мало разработан. Особенно интенсивная окраска встречается, впрочем, только у немногих звезд. По большей части цвета составляющих бледны и мутны. Для их распознавания нужен чувствительный глаз и навык. Удобно при этом сравнивать исследуемую пару с белой звездой, взятой поблизости.

Интересно кроме того обратить внимание на расстояние составляющих пары и их относительную величину.

Из тех двойных звезд, которые известны нам теперь, далеко не все доступны для наблюдений с обыкновенными средствами. Некоторые из них являются такими тесными и слабыми системами, которые разделяются только в сильные трубы.

Кроме двойных попадаются также тройные, четверные и вообще *кратные* звезды.

Наблюдение этих сложных систем также интересно во многих отношениях.

Сложные звезды, в частности двойные, особенно пригодны, как мы упомянули выше, для испытания трубы (стр. 23).

Мы отметили те двойные звезды, которые могут быть наблюдаемы в трубы различных размеров (стр. 30). Теперь дадим общий список наиболее интересных пар, располагая их сначала по величине взаимного расстояния, а потом по прямому восхождению. С помощью первой таблицы мы легко подберем звезды, которые могут быть наблюдаемы с *имеющимися под руками* оптическими средствами. Второй таблицей мы воспользуемся, когда захотим узнать, какие звезды доступны для наблюдений в *данный момент*.

Заметим, что те двойные системы, в которых разница в блеске составляющих значительна, выгоднее наблюдать в сумерки.

Если случится наблюдать тесную пару, то мы, конечно, не прежде от нее отступим, как перепробуем все увеличения до самого сильного, какое только позволят, в данном случае, атмосферные условия.

Каталог двойных звезд, расположенных по расстоянию.

Чтобы избежать в следующем списке повторений, мы держались для всех звезд одного, определенного порядка. Сначала мы даем название звезды, потом ее прямое восхождение и склонение для 1925 года, далее величины составляющих, их расстояние и, наконец, отмечаем цвета и другие интересные особенности пары.

Название звезды.	α	δ	Величина составляющих.	Расстояние.	Замечания.
ζ и g Ursae majoris (Мицар и Алькор)	$13^h\ 20^m$	$+ 55°\ 26'$	2.4—5.0	11′ 48″	Невооруж. глаз.
σ Tauri	$4^h\ 33^m$	$+ 15°\ 39'$	4,8—5,5	7′ 10″	
ϑ Tauri	$4^h\ 23^m$	$+ 15°\ 45'$	4,0—4,2	5′ 37″	
ε_4 и ε_5 **Lyrae** . .	$18^h\ 40^m$	$+ 39°\ 34'$	4,5—5,1	3′ 27″	Бинокль. Каждая из этих звезд сама разлагается. Расстояния в обеих парах не превосходят 3″. См. стр. 201.
β Carpicorni . .	$20^h\ 15^m$	$- 15°\ 7'$	3,0—6,3	3′ 25″	
ϑ **Orionis** . . .	$5^h\ 30^m$	$- 5°\ 27'$	4,9—5,0	2′ 15″	В небольшую уже трубу разделяется на 4. Это так называемая *трапеция*.
o^2 Cygni.	$20^h\ 13^m$	$+ 47°\ 24'$	4,5—5,5	1′ 47″	
			до 6,9	5′ 38″	Тройная.
τ Leonis. . . .	$11^h\ 23^m$	$+ 3°\ 24'$	4,5—7,0	1′ 34″	Малая труба.
γ Leporis . . .	$5^h\ 40^m$	$- 22°\ 29'$	4,0—6,5	1′ 33″	
ν Draconis. . .	$17^h\ 30^m$	$+ 55°\ 15'$	4,6—4,5	1′ 2″	
δ Orionis . . .	$5^h\ 27^m$	$- 0°\ 22'$	2,0—6,7	53″	
ζ Lyrae	$18^h\ 42^m$	$+ 37°\ 29'$	4,0—5,8	44″	
ν Scorpii . . .	$16^h\ 6^m$	$- 19°\ 7'$	4,3—7,0	40″	
30 Arietis . . .	$2^h\ 31^m$	$+ 24°\ 14'$	6,0—6,5	39″	Обе белые.
λ Arietis . . .	$1^h\ 52^m$	$+ 23°\ 7'$	5,0—7,0	38″	
ι Bootis	$14^h\ 13^m$	$+ 51°\ 49'$	4,5—7,5	38″	
δ Equulei	$21^h\ 10^m$	$+ 9°\ 36'$	4,5—10,2	около 45	
57 Aquilae . .	$19^h\ 49^m$	$- 8°\ 30'$	5,1—6,0	36″	
h Aquilae . . .	$19^h\ 0^m$	$- 4°\ 12'$	6,0—7,5	35″	
β **Cygni**	$19^h\ 27^m$	$+ 27°\ 44'$	3,0—5,3	34″	Одна из самых интересных пар. Главная звезда желтая, спутник интенсивно голубой. Разделяется легко. Главная звезда переменная, как по блеску, так и по цвету, но в небольших пределах.

Название звезды.	α	δ	Величина составляющих.	Расстояние.	Замечания.
23m Orionis . .	$5^h\ 17^m$	$+ 3°\ 27'$	5,1—6,6	32″	Белая главная, голубой спутник.
o Draconis. . .	$18^h\ 49^m$	$+ 59°\ 16'$	4,6—8,1	31″	
ψ Draconis. . .	$17^h\ 43^m$	$+ 72°\ 12'$	4,1—5,2	31″	
β Serpentis . .	$15^h\ 42^m$	$+ 15°\ 44'$	3,4—9,0	31″	
ψ' Piscium. . .	$1^h\ 0^m$	$+ 20°\ 57'$	4,7—5,0	30″	
$\varkappa$ Herculis . . .	$16^h\ 4^m$	$+ 17°\ 18'$	5,0—6,0	30″	
τ Cancri	$8^h\ 40^m$	$+ 29°\ 8'$	4,2—6,3	30″	Желтая главная и голубой спутник.
η Persei	$2^h\ 43^m$	$+ 55°\ 29'$	4,0—8,0	28″	Золотисто-желтая и голубая.
$\varkappa$17 Cygni . . .	$19^h\ 43^m$	$+ 33°\ 30'$	4,8—8,2	26″	
ζ Piscium . . .	$1^h\ 8^m$	$+ 7°\ 3'$	4,2—5,8	24″	
ϑ Serpentis . .	$18^h\ 51^m$	$+ 4°\ 4'$	4,0—4,5	22″	Обе желтые.
h Ursae maj. .	$9^h\ 23^m$	$+ 63°\ 30'$	4,2—9,0	22″	
24 Comae Ber..	$12^h\ 30^m$	$+ 18°\ 55'$	4,7—6,0	21″	Весьма интересная пара. Золотисто-желтая главная и голубой спутник.
12α Canum Venat.	$12^h\ 51^m$	$+ 38°\ 51$	3,2—5,7	20″	Желтая главная и лиловый спутник, на прямой, которая соединяет η Ursae maj. с пирамидкой звезд с созвездии Coma Beren.
61 Cygni . . .	$21^h\ 2^m$	$+ 38°\ 14'$	5,0—6,0	20″	Историческая пара. Она имеет большое собственное движение (5″.22 в год). Для нее оказалось возможным также определить параллакс, хотя впрочем значения, полученные вычислителями расходятся довольно значительно. По Бесселю ее расстояние равняется 9 световым годам; по определению же О. Струве — $6^1/_2$.

Название звезды.	α	δ	Величина составляющих.	Расстояние.	Замечания.
40 Draconis . .	$18^h\ 8^m$	$+ 79° 59'$	5,1—5,8	20″	Недалеко от ε Ursae minoris.
20 Geminorum .	$6^h\ 26^m$	$+ 17° 52'$	6,5—7,0	20″	Между γ и ν Geminorum.
δ Herculis . . .	$17^h\ 11^m$	$+ 24° 57'$	3,0—8,2	14″	
Polaris (α Urs.min.)	$1^h\ 20^m$	$+ 88° 47'$	2,0—8,4	18″	Трудно разделяемая пара, потому что спутник слишком мал сравнительно с главной звездой. Главная звезда желтая, спутник голубоватый. Труба 95mm, только в искл. случ. меньше.
11 Aquilae . .	$18^h\ 55^m$	$+ 13° 28'$	5,1—9,0	17,0″	Близ ζ Aquilae.
ζ **Ursae Major.** (Мицар)	$13^h\ 20^m$	$+ 55° 26'$	2,4—4,0	14,5″	Легко разделяемая, интересная пара. Обе составляющие одного цвета — белые, слегка зеленоватые. Вместе с разделившимся Мицаром вполе зрения трубы может случиться также Алькор, но, конечно, далеко уж от Мицара. Между ними есть и еще одна небольшая звездочка.
8 Monocerotis .	$6^h\ 18^m$	$+ 4° 39'$	4,5—6,7	13,7″	Желтая и голубоватая.
94 Aquarii . . .	$23^h\ 14^m$	$- 14° 0'$	5,0—7,2	13,5″	
β Cephei . . .	$21^h\ 27^m$	$+ 70° 7'$	3,0—7,7	13,4″	
β Scorpii . . .	$15^h\ 59^m$	$- 19° 33'$	2,5—5,5	13,0″	Белая и зеленовато-желтая. В большие трубы видна еще звездочка 10 величины.
$\varkappa$ Bootis . . .	$14^h\ 9^m$	$+ 52° 15'$	4,5—6,6	12,8″	
σ Orionis . . .	$5^h\ 34^m$	$- 2° 40'$	4,0—10,3	11,0″	Труба не менее

Название звезды.	α	δ	Величина составляющих.	Расстояние.	Замечания.
σ Orionis . . .	$5^h\,34^m$	$-\,2°\,40'$	4,0—7,5	12,8″	81 mm.
			4,0—6,3	42,6″	
			4,0—6,0	0,3″	
			6,3—7,0	30,0″	
35 Piscium . .	$0^h\,10^m$	$+\,8°\,16'$	6,0—7,2	11,5″	
39 Ophiuchi .	$17^h\,12^m$	$-\,24°\,10'$	6,0—7,0	11,0″	Близ ϑ Ophiuchi.
γ Delphini. . .	$20^h\,42^m$	$+\,15°\,46'$	4,0—5,7	11,0″	Бледно-красная и светлозеленая.
2 Canum Venat	$12^h\,11^m$	$+\,41°\,14'$	5,7—8,2	11,0″	
ι Orionis . . .	$5^h\,31^m$	$-\,5°\,59'$	3,2—7,7	11,0″	
γ **Andromedae** .	$1^h\,57^m$	$+\,41°\,51'$	2,2—6,0	10,0″	Самая красивая пара. Обращаем на нее внимание читателей. Главная звезда оранжевая. Спутник интенсивно синий. При хороших изображениях достаточно двухдюймовой трубы. В большие трубы спутник сам разлагается, так что эта звезда собственно тройная.
β Orionis (Ригель)	$5^h\,10^m$	$-\,8°\,19'$	1,0—7,8	9,5″	Нужна труба не менее 108 mm, потому что слишком велика разница в блеске составляющих.
ε Persei	$3^h\,51^m$	$+\,39°\,44'$	3,0—7,9	8,7″	Труба не менее 95 mm.
γ Arietis . . .	$1^h\,48^m$	$+\,18°\,48'$	4,0—4,2	8,9″	
41 Aurigae . .	$6^h\,3^m$	$+\,48°\,44'$	6,0—6,5	8,0″	
$\varkappa$ Cephei . . .	$20^h\,14^m$	$+\,77°\,25'$	4,5—8,0	7,5″	Труба не менее 95 mm.
ξ Scorpii . . .	$15^h\,59^m$	$-\,11°\,6'$	5,0—5,4 до 7,5	1,3 и 7,3	
δ Geminorum .	$7^h\,14^m$	$+\,22°\,11'$	3,5—8,0	7,3″	
ϑ Virginis. . .	$13^h\,5^m$	$-\,5°\,0'$	4,5—9,0 до 10,0	7,0 и 6,4	
52 Cygni . . .	$20^h\,42^m$	$+\,30°\,21'$	4,4—9,0	6,5″	
ϱ Orionis . . .	$5^h\,8^m$	$+\,2°\,45'$	4,8—8,5	6,8″	Желтая и голубая.

Название звезды.	α	δ	Величина составляющих.	Расстояние.	Замечания.
32 Eridani . .	$3^h\ 49^m$	$-\ 3°\ 14'$	5,0—6,7	6,8″	Желтоватая и голубая.
ξ Cephei . . .	$22^h\ 1^m$	$+\ 64°\ 9'$	4,9—6,6	6,8″	Желтоватая и голубоватая.
ζ Coronae bor .	$15^h\ 35^m$	$+\ 36°\ 58'$	4,9—5,9	6,3″	Желтая.
π Bootis . . .	$14^h\ 36^m$	$+\ 16°\ 50'$	5,4—6,4	6,0″	
95 Herculis . .	$17^h\ 57^m$	$+\ 21°\ 35'$	5,0—5,2	6,0″	Красноватая и золотистожелтая.
55 Piscium . .	$0^h\ 35^m$	$+\ 20°\ 54'$	5,2—8,2	6,0″	Желтая и голубая.
$\varkappa$ Geminorum .	$7^h\ 38^m$	$+\ 24°\ 37'$	4,0—8,6	6,0″	Трудно разделяется.
ν^1 Cancri . . .	$8^h\ 25^m$	$+\ 24°\ 25'$	6,0—7,0	5,9″	
α **Geminorum** . (Кастор)	$7^h\ 28^m$	$+\ 32°\ 7'$	3,0—4,0 до 9,0	5,5	73,0′ Зеленоватожелтая. Прекрасная пара.
ζ Cancri	$8^h\ 6^m$	$+\ 17°\ 57'$	5,0—5,5 до 5,7	5,3 и 1,1′	Тройная.
η Cassiopejae .	$0^h\ 43^m$	$+\ 57°\ 18'$	4,0—7,5	5,0″	Желтая и пурпуровая.
γ **Virginis** . . .	$12^h\ 37^m$	$-\ 0°\ 54'$	3,0—3,2	5,0″	Красивая, яркая пара. Расстояние изменяется.
φ^2 Cancri . . .	$8^h\ 21^m$	$+\ 27°\ 16'$	6,0—6,5	5,0″	
44 Bootis (i). .	$15^h\ 1^m$	$+\ 48°\ 2'$	5,0—6,0	5,0″	
41 Aquarii . .	$22^h\ 9^m$	$-\ 21°\ 34'$	6,0—8,5	4,8″	
α **Herculis** . .	$17^h\ 10^m$	$+\ 14°\ 31'$	3,0—5,5	4,7″	Оранжевая и голубоватая. Прекрасная пара.
σ Coronae bor .	$16^h\ 11^m$	$+\ 34°\ 6'$	5,8—6,7 до 10,7—3,5 и 56		
65 Piscium (i) .	$0^h\ 44^m$	$+\ 27°\ 11'$	6,0—6,0	4,3″	Труба 81^{mm}—95^{mm}.
λ Orionis . . .	$5^h\ 30^m$	$+\ 9°\ 52'$	4,2—6,2	4,3″	Белая и голубая.
ξ Bootis . . .	$14^h\ 46^m$	$+\ 19°\ 30'$	4,6—6,7	2,4″	Желтая и красноватая. Труба в 108^{mm}. Расстояние сравнительно быстро уменьшается. В 1829 году оно, по исследованиям Струве, равнялось 7.2″.
ι Trianguli . .	$2^h\ 6^m$	$+\ 29°\ 50'$	5,0—6,0	3,8″	Желтоватая и голубоватая.
5 Ophiuchi . .	$16^h\ 19^m$	$-\ 23°\ 14'$	5,0—5,3	3,5″	
ϱ Herculis . . .	$17^h\ 20^m$	$+\ 37°\ 14'$	4,5—5,5	3,7″	

Название звезды.	α	δ	Величина составляющих.	Расстояние.	Замечания.
δ Serpentis . .	$15^h\ 30^m$	$+ 10°\ 51'$	3,0—4,0	3,5″	
ζ Aquarii . . .	$22^h\ 24^m$	$- 0°\ 31'$	4,1—4,2	3,4″	
ε Hydrae . . .	$8^h\ 41^m$	$+ 6°\ 47'$	3,8—7,4	3,4″	Пятикратная.
ψ Cygni	$19^h\ 54^m$	$+ 52°\ 11'$	5,0—7,1	3,4″	Белая и голубоватая.
γ Leonis . . .	$10^h\ 14^m$	$+ 20°\ 22'$	2,2—3,4	3,7″	Золотистожелтая и зеленоватожелтая.
α Scorpii (Антарес)	$16^h\ 23^m$	$- 26°\ 14'$	1,0—7,2	3,3″	Разделяется очень трудно вследствие большой разницы в блеске составляющих.
ε_4 **Lyrae**	$18^h\ 40^m$	$+ 39°\ 34'$	4,5—6,1	3,3″	
α Piscium . . .	$1^h\ 57^m$	$+ 2°\ 17'$	2,8—3,9	2,6″	Уменьшается.
70 p Ophiuchi .	$18^h\ 0^m$	$+ 2°\ 33'$	4,3—6,2	3,0″	Расстояние увеличивается.
ε Bootis. . . .	$14^h\ 41^m$	$+ 27°\ 30'$	3,0—6,2	2,7″	Желтая и белая.
τ Leonis. . . .	$11^h\ 19^m$	$+ 11°\ 4'$	4,6—7,4	2,5″	
μ Draconis . .	$17^h\ 4^m$	$+ 54°\ 37'$	5,0—5,0	2,3″	Красноватая и голубоватая.
ζ Orionis . . .	$5^h\ 36^m$	$- 2°\ 0'$	2,3—5,8	2,5″	Белая и голубая.
ε (5) **Lyrae** . .	$18^h\ 40^m$	$+ 39°\ 30'$	5,1—5,2	2,5″	
μ Cygni	$21^h\ 40^m$	$+ 28°\ 17'$	4,5—5,0 до 7,5—3,8 и 210		Тройная.
ξ Ursae Maj .	$11^h\ 13^m$	$+ 32°\ 5'$	4,0—4,4	2,0″	и менее до 0,9″.

Каталог двойных звезд, расположенных по прямому восхождению.

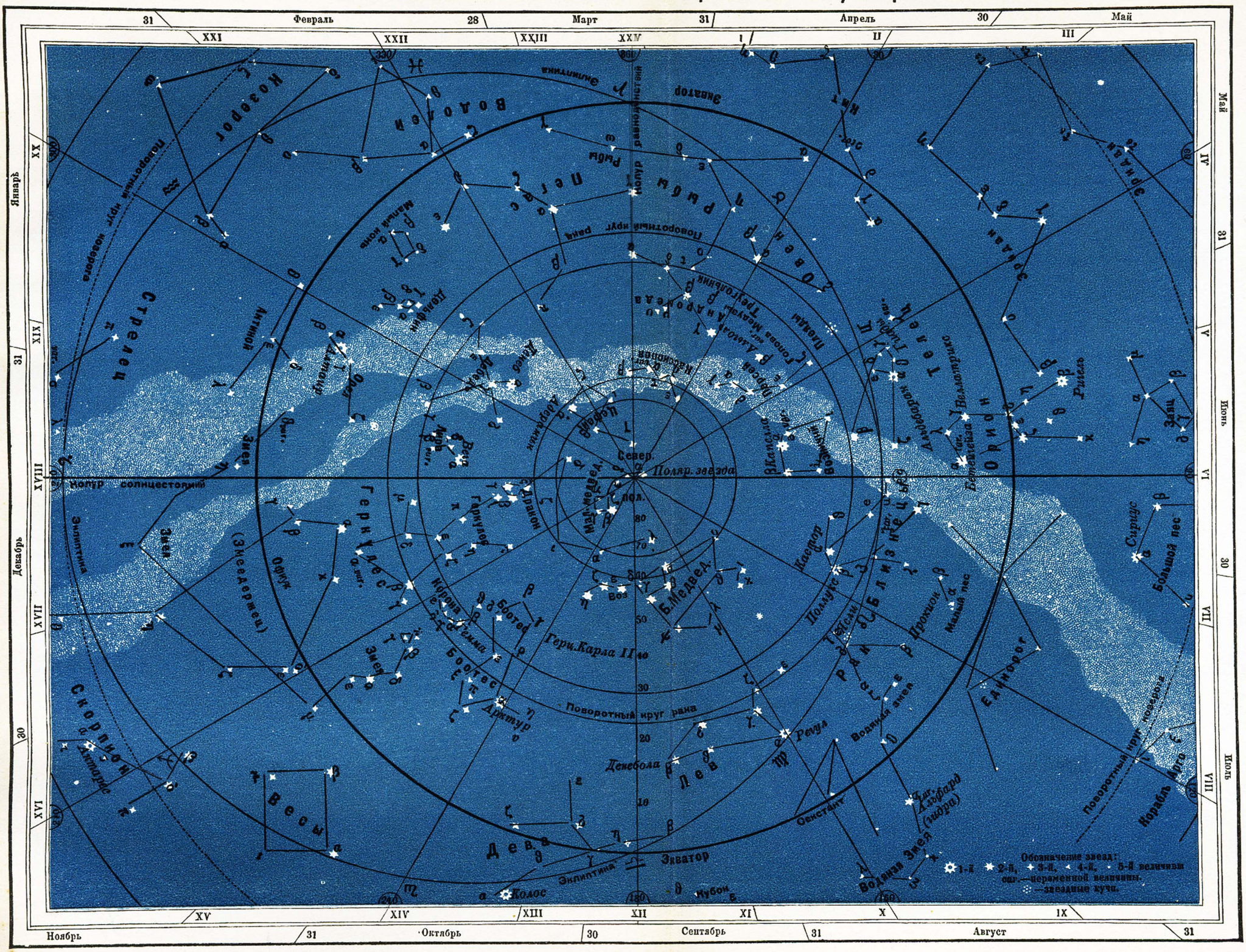
Подробности, относящиеся к каждой паре, мы заимствуем из предыдущего списка, отыскав в нем звезду по расстоянию.

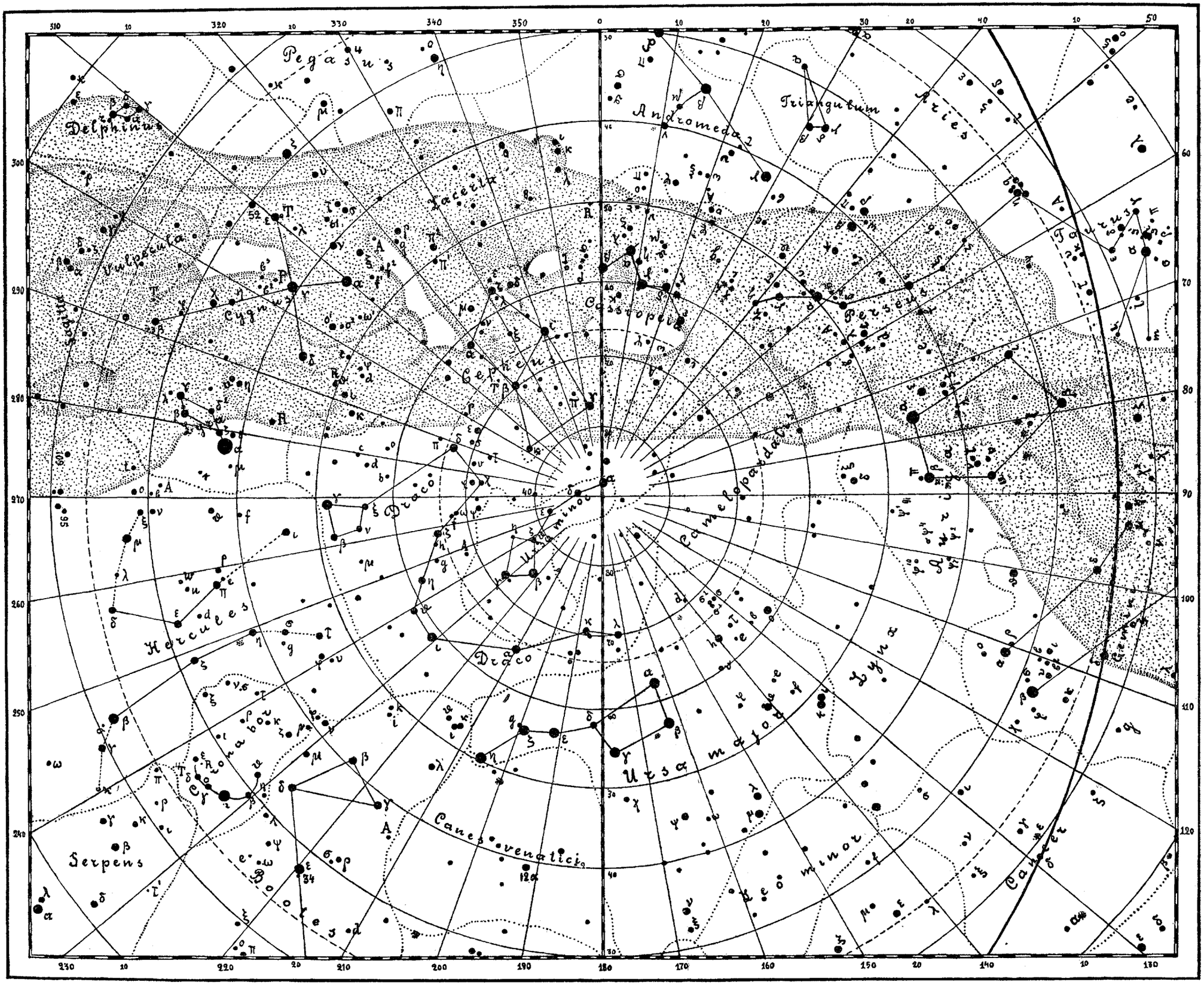
Название звезды.	α	Расстояние.	Название звезды.	α	Расстояние.
35 Piscium . . .	$0^h\ 11^m$	0′ 11,5″	30 Arietis . . .	32^m	38,6″
55 » . . .	36^m	6,8″	η Persei	45^m	28,4″
η Cassiopejae . .	44^m	7,3″	32 Eridani . . .	$3^h\ 51^m$	6,7″
65 Piscium. . .	46^m	4,5″	ε Persei	53^m	8,8″
ψ' » . . .	$1^h\ 2^m$	29,9″	ϑ Tauri	$4^h\ 24^m$	5′ 37,4″
ζ » . . .	4^m	23,5″	σ »	35^m	7′ 7,7″
Polaris			ϱ Orionis. . . .	$5^h\ 9^m$	7,0″
γ Arietis	49^m	8,1″	β »	11^m	9,1″
λ » . . .	54^m	36,6″	23m »	19^m	31,7″
α Piscium . . .	58^m	2,5″	δ »	28^m	52,7″
γ **Andromedae** .	59^m	10,1″	ϑ » . . .	32^m	2′ 15,0″
τ Trianguli . . .	$2^h\ 8^m$	3,6″	ι »	32^m	11,1″

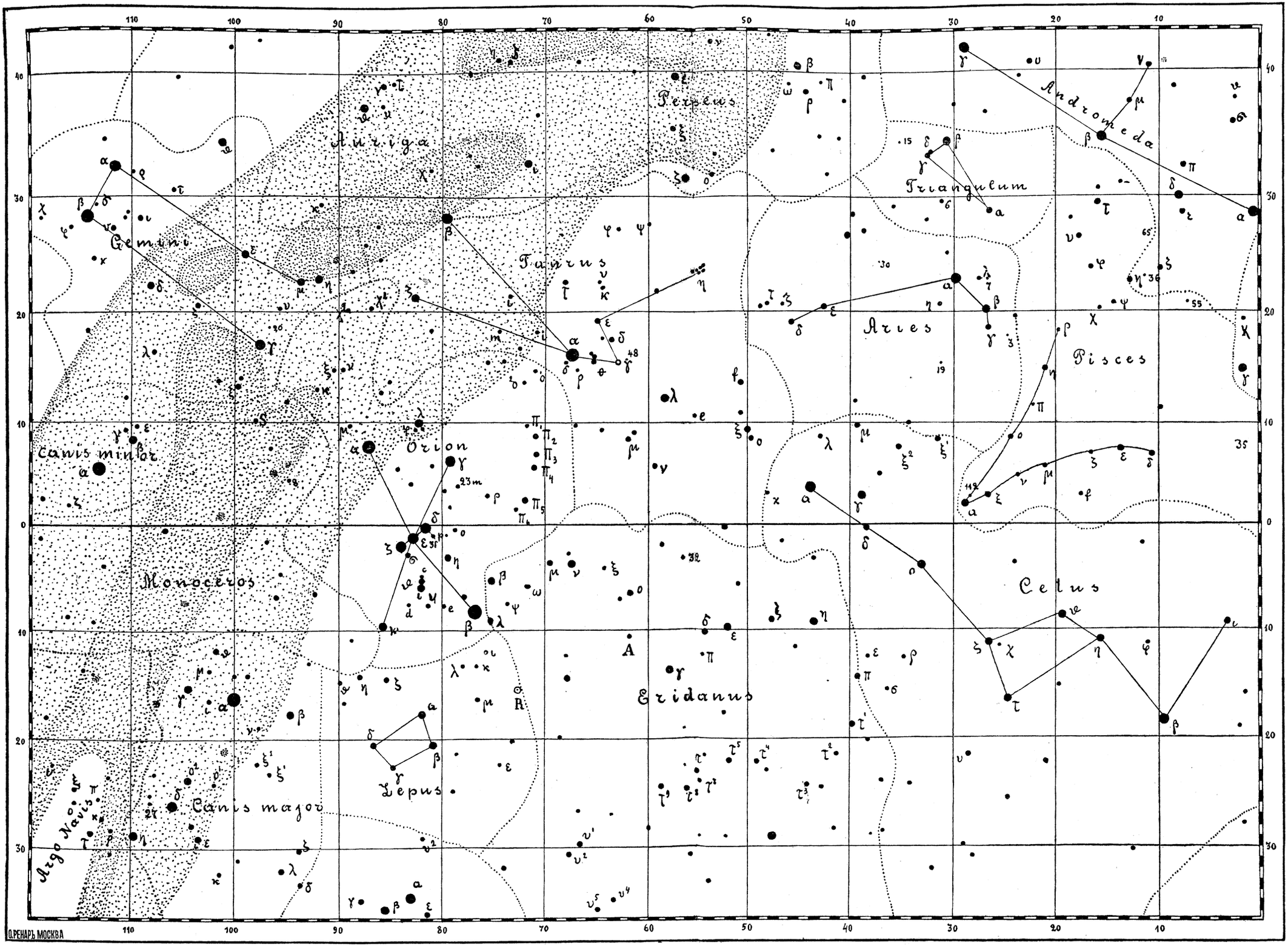
Название звезды.	α	Расстояние.
σ Orionis . . .	$5^h\ 35^m$	12 и 43″
γ Leporis . . .	41^m	1′ 33,8″
41 Aurigae . . .	$6^h\ 6^m$	8,0″
8 Monocerotis .	20^m	13,9″
20 Geminorum .	28^m	20,0″
δ » . . .	$7^h\ 16^m$	7,3″
α » . . .	$7^h\ 30^m$	5,5 и 7,3″
(Кастор)		
$\varkappa$ »	30^m	6,2″
ζ Cancri	$8^h\ 8^m$	5,0 и 1,0″
ψ^2 »	22^m	4,9″
υ^1 »	22^m	5,8″
ι »	42^m	30,5″
ε Hydrae . . .	43^m	3,4″
h Ursae Maj. . .	$9^h\ 26^m$	22,0″
γ Leonis	$10^h\ 16^m$	3,7″
ξ Ursae Maj. . .	$11^h\ 14^m$	3,0″
ι Leonis	20^m	2,0″
τ »	24^m	1′ 34,8″
2 Canum Ven .	$12^h\ 12^m$	11,4″
24 Comae Ber. .	31^m	20,4″
γ **Virginis**. . . .	38^m	5,6″
12α Canum Ven.	53^m	19,9″
ϑ Virginis . . .	$13^h\ 6^m$	7,0 и 71,7″
Мицар и Алькор	21^m	11′ 48,0″
Мицар (ζ Ursae maj.)	21^m	14,4″
$\varkappa$ Bootis	$14^h\ 11^m$	12,6″
ι »	14^m	38,1″
π »	37^m	5,7″
ε »	41^m	2,6″
ξ »	48^m	2,6″
44 »	$15^h\ 2^m$	2,9″
δ Serpentis . . .	31^m	4,1″
ζ Coronae bor. . .	37^m	6,2″
β Serpentis . . .	43^m	30,5″
ξ Scorpii	$16^h\ 0^m$	0,9 и 7,3″
β »	1^m	13,0″
$\varkappa$ Herculis . . .	5^m	28,8″

Название звезды.	α	Расстояние.
ν Scorpii	8^m	—
σ Coronae bor. .	12^m	5,0 и 5,6″
ϱ Ophiuchi . . .	21^m	3,8″
α Scorpii. . . .	25^m	2,6″
μ Draconis . . .	$17^h\ 4^m$	2,2″
α **Herculis** . . .	11^m	4,7″
δ Herculis . . .	$17^h\ 12^m$	25,9″
39 Ophiuchi . .	13^m	10,4″
ϱ Herculis . . .	21^m	3,9″
ν Draconis . . .	31^m	1′ 1,7″
95 Herculis . .	52^m	6,4″
70p Ophiuchi. .	$18^h\ 2^m$	5,6″
40 Draconis . .	9^m	20,6″
ε Lyrae	42^m	3,0 и 2,3″
Расстояние между парами		3′ 27″
ζ Lyrae	42^m	43,7″
o Draconis . . .	50^m	30,3″
ϑ Serpentis . . .	52^m	21,6″
11 Aquilae . . .	56^m	16,8″
h » . . .	$19^h\ 1^m$	35,0″
β Cygni	28^m	34,9″
$\varkappa$ »	43^m	25,7″
57 Aquilae . . .	47^m	35,6″
ψ Cygni	54^m	3,3″
o^2 »	$20^h\ 11^m$	1′ 46,9″
		5′ 37,8″
$\varkappa$ Cephei	11^m	7,4″
$\overline{\beta}$ Capricorni . .	17^m	3′ 25,0″
γ Delphini . . .	43^m	11,9″
52 Cygni	43^m	6,4″
61 »	$21^h\ 4^m$	24,1″
δ Equulei . . .	11^m	45,0 и 0,3″
β Cephei	28^m	13,6″
μ Cygni	41^m	1,7″
ξ Cephei	$22^h\ 2^m$	5,6″
41 Aquarii		
ζ »	25^m	2,7″
94 »		

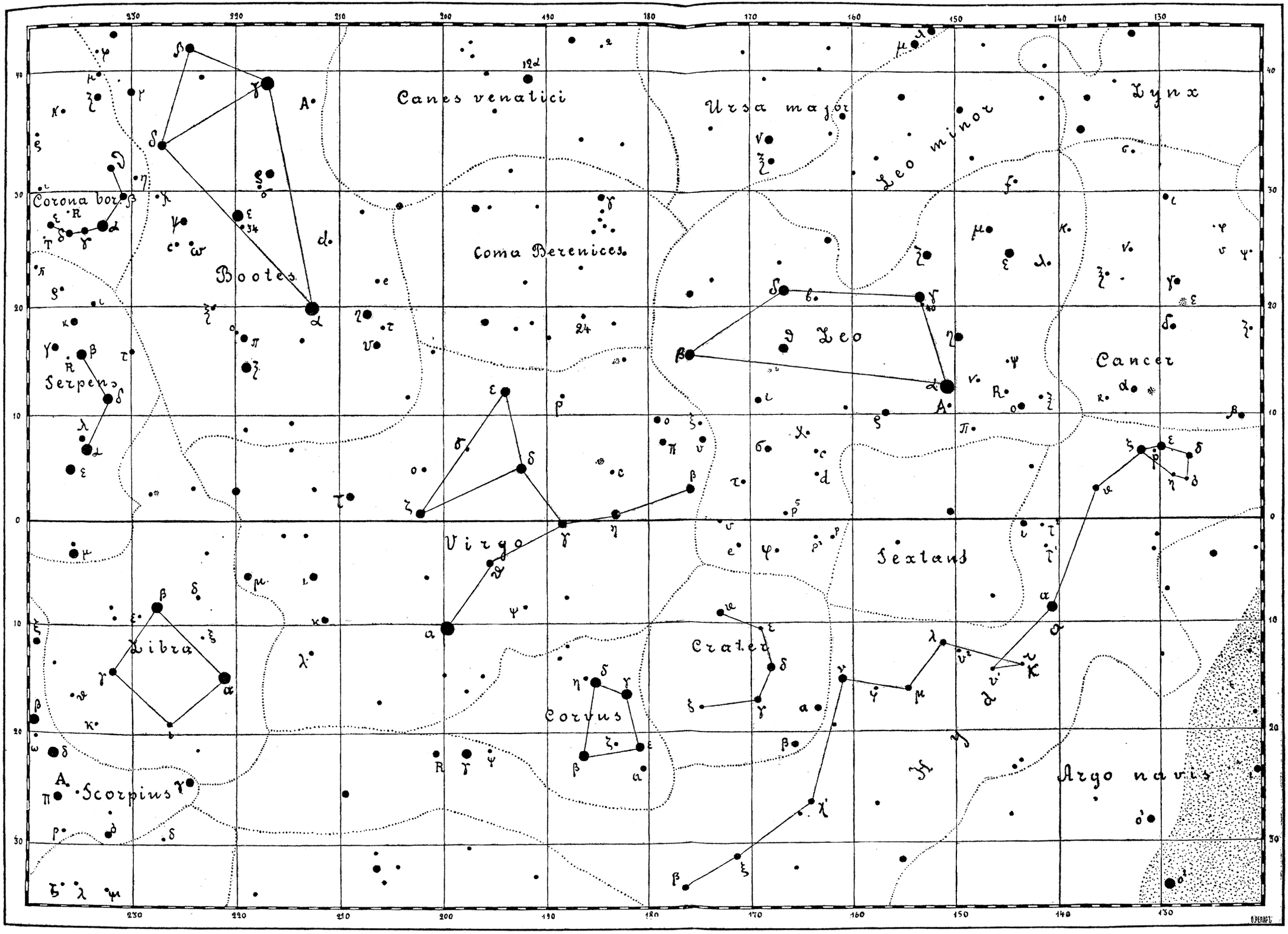
Неподвижные звезды северного полушария.

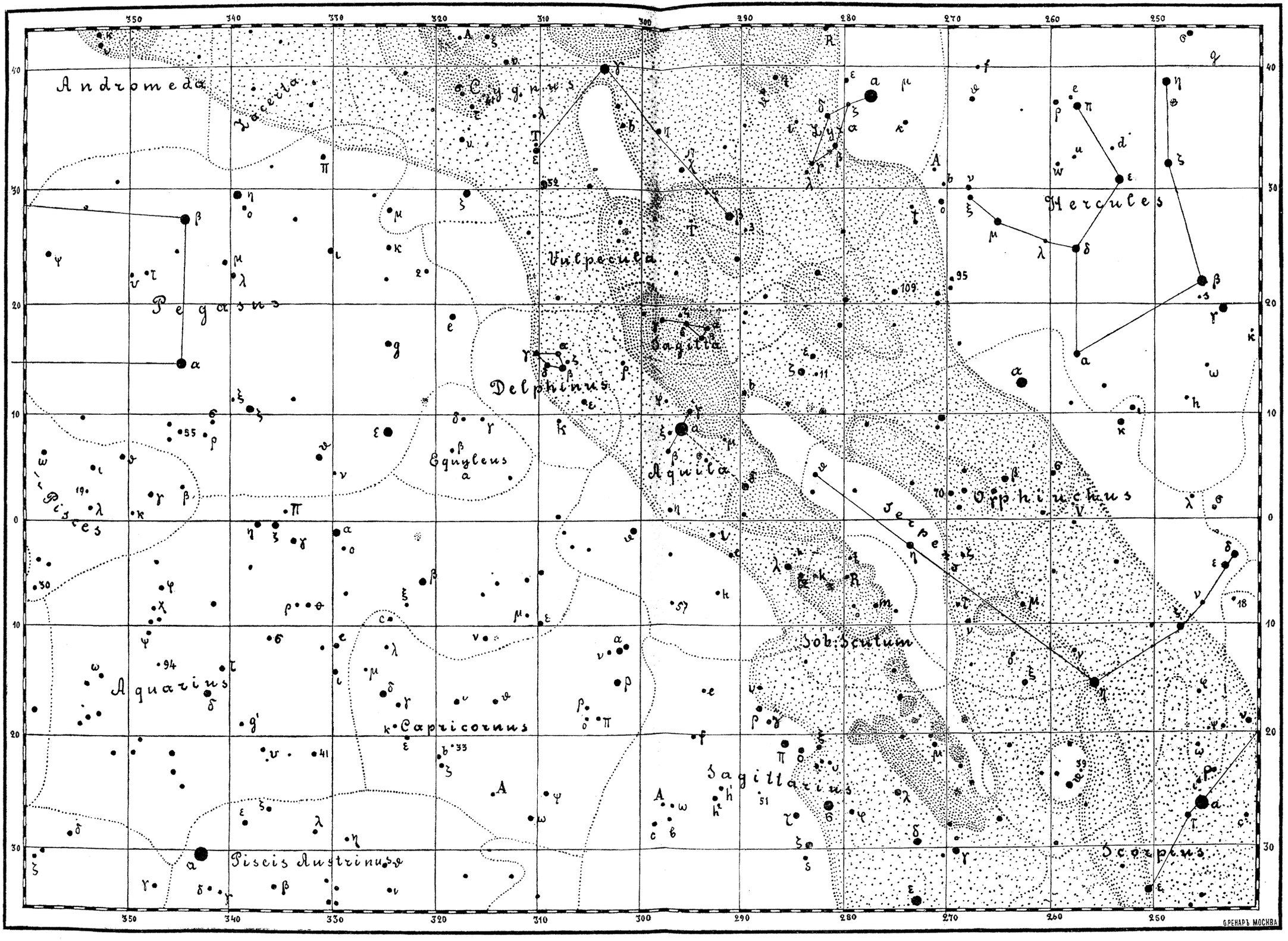



Pegasus
Delphinus
Vulpecula
Cygnus
Lacerta
Cepheus
Andromeda
Triangulum
Aries
Perseus
Cassiopeia
Camelopardalis
Ursa minor
Draco
Hercules
Ursa major
Lynx
Serpens
Canes venatici
Coma Berenices
Leo minor
Cancer



О.РЕНАРЪ МОСКВА


Canes venatici
Ursa major
Leo minor
Lynx
Corona bor.
Coma Berenices.
Bootes
Leo
Cancer
Serpens
Virgo
Sextans
Libra
Crater
Corvus
Scorpius
Argo navis


Andromeda
Cygnus
Vulpecula
Pegasus
Sagitta
Delphinus
Equuleus
Aquila
Hercules
Ophiuchus
Serpens
Aquarius
Capricornus
Sagittarius
Piscis Austrinus
Scorpius
350
340
330
320
310
300
290
280
270
260
250
40
30
20
10
0
10
20
30

ГЛАВА XIX.

Переменные звезды.

Мы рекомендуем читателям обратить особенное внимание на наблюдения переменных звезд.

Они могут иметь большое значение и для науки. У астрономов-специалистов много своих более сложных и более общих задач. На собирание одного только фактического материала они тратить времени не могут. А между тем наука развивается на фактах. Все гипотезы, все теории проверяются фактами, на основании фактов они часто и создаются. Чем больше материала, тем надежнее результаты, тем ярче картина. Весьма интересно поэтому привлечь к систематическим наблюдениям возможно большее число лиц, и любитель-астроном должен помочь астроному-специалисту в собирании материала, где только позволят его средства.

А наблюдения переменных звезд как раз и несложны. Они не требуют никакой специальной подготовки и никаких особенных инструментов. С обыкновенной любительской трубой и даже просто *с биноклем*[1]) можно найти достаточно материала для работы. И в то же время наблюдения эти весьма ценны и важны.

Переменные звезды в настоящее время возбуждают к себе все более и более интереса. Многое загадочное в этих явлениях уже раскрыто. Но многое осталось еще и неразгаданным.

Переменными звездами называются такие, блеск которых *изменяется* по временам.

Между ними есть звезды с правильным периодом изменения блеска, есть и такие, у которых никакой периодичности в явлениях усмотреть нельзя. Наконец, сюда же относят так называемые *Новые* или вернее *Временные* звезды, которые появляются вдруг на том месте неба, где ничего прежде не было заметно, горят некоторое время, потом гаснут и часто исчезают опять бесследно.

[1]) При наблюдении звезд бинокли с большим увеличением неудобны. Надо выбрать бинокль *светосильный*, с большими об'ективами, малым фокусным расстоянием, с большим полем зрения.

Все переменные звезды разделяются на пять классов:

I. К одному из этих классов принадлежат звезды с коротким периодом, которые впродолжение нескольких дней остаются неизменными и только в течение некоторого определенного числа часов выказывают колебание света.

Представителем этого класса является *Альголь* (β Persei). В течение 2 дней и 11 час. Альголь сохраняет свой блеск неизменным и является для нас звездой 2,3 величины. Затем блеск его начинает убывать все больше и больше впродолжение $4^1/_2$ часов, пока не дойдет до 3,5 звездной величины. После этого блеск Альголя опять начинает увеличиваться и через $4^1/_2$ часа достигает своей прежней интенсивности.

II. Особый класс составляют звезды с коротким периодом, у которых изменение блеска происходит непрерывно. Сюда принадлежит, между прочим, β Lyrae. Ее блеск колеблется между 3,4 и 4,5 зв. величины впродолжение 12,9 дней и в этом интервале можно различить два maximum'а (почти равных) и два minimum'а, из которых один больше другого. Порядок изменения блеска, как нашел еще Гудрике в 1784 году, таков: после minimum'а блеск быстро увеличивается и достигает приблизительно через 3 дн. 5 час. первого maximum'а, после которого он опять уменьшается, доходит до второго minimum'а, оставаясь при этом ярче, чем в первом случае, и затем снова увеличивается, следует второй maximum — наибольший. От первого maximum'а он отстоит приблизительно на 6 дней 5 час. Далее впродолжение 3 дней и 12 часов блеск опять уменьшается до первой степени интенсивности.

III. К третьему классу относятся звезды с длинным периодом, с большими и часто неправильными колебаниями света.

Наиболее интересная звезда этого класса — *o* Ceti, которая названа *Удивительной* (Mira).

Бо́льшую часть года эта звезда невидна для простого глаза. Но за несколько недель она быстро и довольно неправильно разгорается, после чего так же неправильно гаснет.

Во время minimum'а она 8—9 величины. В момент maximum'а блеск ее достигает иногда первой величины, иногда — 2, 3, 4 и даже 5-й. Обыкновенно же в момент maximum'а Mira равна γ Ceti (3^m34).

Период изменения блеска равняется 331 дню, но он также подвержен периодическим колебаниям. Невооруженным глазом Mira бывает видна от 90 до 135 дней, при чем возрастает в блеске она обыкновенно быстрее, чем ослабевает.

В IV классе выделены звезды с небольшими изменениями блеска и неправильными периодами.

Сюда относятся: α Cassiopejae, блеск которой изменяется от 2,0 до 2,8 величины, при чем до сих пор не замечено никакого признака периодичности. Далее

α Orionis	с	изменениями	блеска	от	1,0—1,4
α Herculis	»	»	»	»	3,1—3,9
μ Cephei	»	»	»	»	4,0—5,0
β Pegasi	»	»	»	»	2,2—2,7 и пр.

V класс — *Новые* или *Временные* звезды.

Примером их может служить знаменитая звезда Тихо-де-Браге. Явилась она внезапно в ноябре 1572 года в созвездии Кассиопеи. Ее блеск был ярче блеска Сириуса и постепенно увеличивался еще более. Во время своего maximum'а звезда могла быть видима простым глазом днем. В декабре она стала потухать и в марте 1574 года исчезла совсем для невооруженного глаза. С тех пор ее никто более не видел. Вместе с уменьшением блеска замечалось также изменение в цвете. Сначала он был белый, затем желтый, красный и наконец бледно-матовый. То место неба, на котором сияла звезда, определяется для 1925 года числами: $\alpha = 0^h 22^m$ и $\delta = 63° 40'$.

Весьма интересной оказалась Новая звезда 1892 года в созвездии Возничего, которая спустя некоторое время после своего появления потухла, а потом возгорелась вновь.

Заметим кстати, что эта звезда была открыта простым любителем — Андерсоном.

Возможны, конечно, и в других случаях интересные открытия. Поэтому зондирования в свободное время того или другого клочка неба далеко нелишни.

В 1901 году мы были свидетелями поразительного явления — *Новой* звезды в Персее, которую почти одновременно заметили несколько лиц. Быстро разгораясь она достигла яркости звезды первой величины. Такого явления мир не видел более 300 лет. Но не прошло и двадцати лет как подобное явление повторилось опять — в 1918 году возгорелась *Новая* звезда в созвездии Орла, которая 18-го июня оказалась ярче Веги. А в августе 1920 г. появилась еще Новая звезда в созвездии Лебедя, по яркости более, чем второй величины.

Все эти новые, выдающиеся по своей яркости, звезды, оказались подобными друг другу по тем явлениям, которые наблюдались в них и их последовательности. Сначала звезда быстро, в два-три дня разгоралась, затем постепенно в течениие нескольких недель уменьшалась в яркости, пока звезда не скрывалась совершенно из взоров наблюдателей. Но падение яркости шло не непрерывно, а с вспышками, которые задерживали на некоторое время это падение и даже делали звезду несколько более яркой. В яркости Новых мы наблюдаем, таким образом, кроме главного максимума целый ряд вторичных максимумов по абсолютной величине обыкновенно все меньше и меньше. Параллельно с этим изменяется спектр и цвет Новой. Во время максимума Новая кажется более белой, во время минимума более красной.

Временное потемнение звезд типа Альголя обусловливается прохождениями перед ними спутника, который скрывает звезду от нас. Для самого Альголя это строго доказано спектрографическими наблюдениями. На основании их можно даже вычислить орбиту, которую описывает Альголь, как один из компонентов двойной системы около общего центра тяжести.

Точно так же и другие звезды могут явиться переменными вслед-

ствие различных сочетаний света от нескольких компонентов сложной системы.

Но часто мы вовсе не можем объяснить наблюдаемого явления и ограничиваемся гипотезами, пока еще мало очевидными, а иногда и весьма шаткими. Раз'яснений мы должны ждать от дальнейших наблюдений спектрографических и фотометрических. Насколько важны фотометрические наблюдения переменных звезд, в этом примером нам Альголь. Еще задолго до спектральных исследований, из одних лишь кривых изменения яркости были об'яснены все особенности этого светила, подсчитано, насколько спутник темнее главной звезды, сделан был расчет и на высоту их атмосфер.

Не менее интересны результаты наблюдений переменной У Cygni, о которых мы скажем ниже (стр. 180).

Мы остановили внимание читателей на Новых звездах, так как фотометрические наблюдения их тоже имеют большое значение. Они позволяют нам сделать предположения о причинах возгарания нового светила и уяснить себе характер явления.

Русское Астрономическое Общество, сознавая всю важность наблюдений переменных звезд и желая привлечь к ним возможно больше лиц, напечатало в I-м томе своих Известий подробную инструкцию, составленную проф. Глазенапом.

Некоторые пункты этой инструкции, относящиеся, главным образом, к обработке наблюдений, мы позволим себе повторить и в нашем общем очерке.

Наблюдения переменных звезд состоят в определении время от времени их блеска. Если нет специального прибора-фотометра, то яркость переменной может быть получена или по способу Аргеландера, в котором, как мы упомянули выше[1]), блеск звезды выводится из непосредственного сравнения ее со многими другими звездами, при чем в каждом отдельном случае переменная сравнивается с одной из звезд сравнения, или по способу Пикеринга, в котором переменная сравнивается сразу с двумя звездами сравнения, при чем одна из этих звезд должна быть ярче, а другая слабее переменной.

Остановимся сначала на способе *Аргеландера*.

Звезды сравнения должны быть подобраны недалеко от исследуемой звезды и притом так, чтобы они не отличались друг от друга более, как на одну звездную величину, и чтобы слабейшая из них была немного меньше, чем исследуемая звезда в момент своего minimum'а, а наиболее яркая немного превосходила ее в момент ее maximum'а.

Красных звезд надо избегать.

Таких звезд сравнения для каждой переменной выбирается вперед несколько. Но в каждом отдельном случае при наблюдении пользуются двумя или тремя наиболее близкими по блеску к исследуемой звезде в данный момент, при чем одна непременно должна быть немного ярче, другая немного слабее ее.

[1]) Стр. 155.

Самое наблюдение производится таким образом:

Сначала, удалив всякий посторонний свет, оставляют глаз минут на *пять* в совершенной темноте. Потом наблюдатель всматривается в переменную звезду впродолжение нескольких секунд, старается запомнить ее блеск и переходит к звезде сравнения, делает оценку разницы блеска и возвращается снова к переменной звезде.

Наблюдение повторяется несколько раз под-ряд.

При этом никогда нельзя смотреть на две звезды сразу. Важно, чтобы изображения сравниваемых звезд приходились *на одном и том же* месте ретины нашего глаза, так как ретина не на всем протяжении одинаково чувствительна. Эффект *бокового* зрения весьма заметен. Звезда, на которую мы смотрим несколько сбоку, является для нас более яркой, чем в том случае, когда она прямо перед нами. Наш левый и правый глаза также часто неодинаково восприимчивы к свету, и при наблюдении сразу двух звезд может оказаться, что одну из них мы наблюдаем более правым глазом, другую более левым. Звезду нужно всегда ставить на самое чувствительное место ретины. Для этого мы должны предварительно исследовать наш глаз и пробами найти такое его положение, при котором каждая звезда кажется нам наиболее яркой.

Можно также условиться всегда смотреть на звезду *прямо*. Это удобнее, чем ставить ее на более чувствительное место ретины, а ошибки мы все равно не сделаем, если только будем наблюдать *все* звезды *одним* способом.

Вследствие мерцания только в исключительных случаях звезды могут показаться нам равными по блеску. Но если разница невелика и одна звезда столько же раз для нас будет ярче другой, сколько и наоборот, то мы считаем их равными. Обозначив наблюдаемые звезды условно буквами, мы запишем в этом случае результат наблюдения таким образом:

$$\beta\alpha$$

это будет значить, что переменная звезда β равняется по блеску звезде сравнения, которую мы обозначили буквой α.

Едва заметную разность в блеске двух звезд, при которой у нас еще может иногда явиться сомнение, действительно ли эта звезда ярче той, а не наоборот, Аргеландер назвал *степенью* (Stufe).

Если одна звезда несомненно ярче другой, то разница в блеске оценивается двумя степенями. В том же случае, если разница видна сразу — тремя, а более значительная — 4-мя степенями.

На первый раз кажется, что степень — слишком неопределенная величина и мало заслуживающая доверия. Но опыт показал, что только сначала, у неопытных наблюдателей, она является слишком крупной и непостоянной единицей. После же некоторого упражнения вырабатывается довольно определенная величина, почти одинаковая у всех наблюдателей, — приблизительно равная $^1/_{10}$ звездной величины, т. е. той разницы в блеске, которую мы находим у звезд двух соседних классов.

Результат наблюдений в каждом отдельном из указанных случаев записывается так: Если β ярче α: $\beta 1 \alpha$; $\beta 2 \alpha$; $\beta 3 \alpha$ и т. д.

Если α ярче β: $\alpha 1 \beta$; $\alpha 2 \beta$, $\alpha 3 \beta$ и т. д.

То-есть одна звезда ярче другой на 1, 2, 3, и т. д. степеней. Наиболее яркая звезда пишется вперед, более слабая назади, а между ними число степеней, на которое различается их блеск.

Все эти записи делаются карандашом в темноте и каждое наблюдение должно быть совершенно независимо одно от другого. Не только не надо стараться запомнить первую оценку, но лучше даже совсем забыть ее, равно как и последующие, чтобы невольно не подтягивать результатов.

Когда кончено полное наблюдение, то-есть когда переменная звезда сравнивалась со всеми подобранными на этот случай звездами сравнения, можно открыть фонарь, чтобы записать показание часов. Записываются часы и минуты.

Потом нужно повторить наблюдение. Но предварительно придется, конечно, дать глазу опять отдохнуть.

При быстром изменении блеска, как, например, в случае наблюдения потемнения Альголя, производится целый ряд наблюдений и после каждого отмечается время.

Интересно иметь время наблюдения по возможности точно. Для этого надо по временам сверять свои часы с часами ближайшей телеграфной станции, запомнив раз навсегда постоянную поправку телеграфного времени относительно местного.

В журнале наблюдений непременно записывается год, месяц и число, когда было сделано наблюдение. И, конечно, надо будет помнить, по какому стилю считаются числа.

Следует также записывать место наблюдения и указать, каким инструментом они производились: простым ли глазом, через очки, в бинокль или трубой. Нужно отметить и диаметр об'ектива последней.

Наблюдения при большой разнице в блеске сравниваемых звезд (более 4 степеней) неточны.

Необходимы также некоторые предосторожности против внешних вредных влияний. Неодинаковая прозрачность атмосферы, различное освещение неба в сумерки, во время Луны, вблизи яркой планеты или Млечного Пути, разность цветов сравниваемых звезд и пр. могут очень сильно портить наши наблюдения.

Поэтому наблюдения вовсе нельзя производить при Луне.

Никогда сравниваемые звезды не должны быть далее друг от друга, как на 10—12 градусов.

Нельзя наблюдать звезд, близких к горизонту. В этом случае уже при незначительной разности в высоте значительная разность в прозрачности атмосферы, и, наоборот, последняя на одной и той же высоте, но в различных направлениях, может быть неодинаково насыщена парами в зависимости от свойств почвы.

Нужно выбирать для наблюдений *чистые* прозрачные ночи. Легкие облака вредны не менее тяжелых. Ослабление блеска звезды само по себе особенного значения не имеет, но облако редко бывает однородно, даже на сравнительно небольшом протяжении. Это легко обнаружить, повторив наблюдения. Результаты наблюдений редко будут согласны между собой.

В промежутках между тяжелыми облаками воздух обыкновенно бывает очень прозрачен, но наблюдать в них тоже не стоит. Опасение, что облака помешают довести наблюдения до конца, заставляет наблюдателя торопиться невольно и тем нарушает его спокойствие, которое больше всего необходимо при наблюдении.

Klein советует также при сравнении звезд окуляр несколько сдвинуть с точкой установки, так, чтобы звезды казались небольшими кружочками.

Иногда изменение блеска только кажущееся вследствие изменения цвета. Это тоже надо иметь в виду.

Считаем нелишним предупредить читателя, что обыкновенно первые попытки кажутся никуда негодными, но через два-три вечера наблюдатель приобретает уверенность и свободно может производить весьма точные и ценные наблюдения.

Наблюдения, сделанные по вышеуказанному способу, должны быть еще надлежащим образом обработаны.

Прежде всего каждый наблюдатель должен составить *шкалу* блеска тех звезд сравнения, которыми он пользовался.

Для того, чтобы показать, каким образом, составляется шкала, проф. Глазенап останавливается на таком примере:

Пусть переменная звезда R, а звезды сравнения a и b, причем b ярче a. Пусть из наблюдений оказалось

$$R\,3\,a$$
$$b\,2\,R.$$

Эти результаты могут быть написаны также в виде равенств

$$R = a + 3$$
$$b = R + 2.$$

Отсюда после сложения будем иметь

$$R + b = R + a + 5$$

так что $b = a + 5$ или $b - a = 5$.

Такое определение разности $b - a$ может быть сделано несколько раз и для $b - a$ берется среднее арифметическое из всех полученных значений.

Так же определяются разности и для других звезд.

Положим, найдено, что

$$b - a = 5{,}0 \text{ степ.}$$
$$c - b = 3{,}7 \quad »$$
$$d - c = 1{,}8 \quad »$$

Имеем три уравнения, а неизвестных четыре: a, b, c и d. Мы не можем таким образом определить абсолютного значения этих величин, но относительное получаем сразу.

Положим условно $a = 0{,}0$ степ.

Тогда $a = 0{,}0$ степеней
$b = a + 5{,}0 = 5{,}0$ степеней
$c = b + 3{,}7 = 8{,}7$ »
$d = c + 1{,}8 = 10{,}5$ »

Составление шкалы усложняется, если кроме указанных равенств были получены еще другие, например:

$$\begin{aligned} c - a &= 8{,}5 \text{ ст.} \\ d - b &= 5{,}3 \ » \\ d - a &= 11{,}1 \ » \end{aligned}$$

Тогда мы имеем больше уравнений, чем неизвестных, и наиболее вероятные значения приходится находить по правилам теории вероятностей. Но в данном случае возможны упрощения:

Отбираем разности, у которых вычитаемым является a, в одну группу, а те, в которых вычитаемые b, — в другую, где c — в третью. Так что:

$$a = 0{,}0$$

$$\left.\begin{aligned} b - a &= 5{,}0 \\ c - a &= 8{,}5 \\ d - a &= 11{,}1 \end{aligned}\right\} \quad (1) \qquad \left.\begin{aligned} c - b &= 3{,}7 \\ d - b &= 5{,}3 \end{aligned}\right\} \quad (2) \qquad d - c = 1{,}8 \quad (3)$$

Приняв $a = 0{,}0$, из 1-ой группы определяем b, c и d.

С найденным значением для b определяем c и d из второй группы. Тогда у нас будет два c. Взяв среднее, мы находим из третьей группы d. Получаем таким образом три d, которые соединяются в одно среднее.

В нашем примере будем иметь:

$$a = 0 \qquad b = 5{,}0$$

$$\begin{array}{r} c = 8{,}5 \\ c = 8{,}7 \\ \hline \text{Ср. } c = 8{,}6 \end{array} \qquad \begin{array}{r} d = 11{,}1 \\ d = 10{,}3 \\ d = 10{,}4 \\ \hline \text{Ср. } d = 10{,}6 \end{array}$$

так что шкала получается:

$$\begin{aligned} a &= 0{,}0 \\ b &= 5{,}0 \\ c &= 8{,}6 \\ d &= 10{,}6 \end{aligned}$$

Для одних и тех же звезд у различных наблюдателей получаются различные шкалы в зависимости от индивидуальных особенностей каждого.

Но нетрудно от одной шкалы перейти к другой.

Проф. Глазенап рассуждает так:

Пусть из наблюдений получится шкала a, b, c, d и т. д., ее нужно сравнить с нормальной шкалой a_0, b_0, c_0 и d_0.

Различие в шкалах может сказаться двояко: во-первых, могут быть неодинаковы *степени* в двух шкалах, а во-вторых, наблюдатель может оценивать блеск звезд всегда на одно постоянное количество больше или меньше надлежащего. Пусть это количество — x. Если отношение величин степени в нормальной шкале и в шкале наблюдателя назовем через y, то переход от шкалы наблюдателя к шкале нормальной может быть сделан при помощи следующих соотношений:

$$\begin{aligned} x + ay &= a_0 \\ x + by &= b_0 \\ x + cy &= c_0 \\ x + dy &= d_0 \\ &\text{и т. д.} \end{aligned} \qquad (1)$$

Решение этих уравнений по правилам теории вероятностей (по способу наименьших квадратов) даст нам:

$$x = \frac{[a^2][a_0] - [a][aa_0]}{n[a^2] - [a][a]}$$
$$y = \frac{n[aa_0] - [a][a_0]}{n[a^2] - [a][a]} \qquad (2)$$

где выражения, стоящие в скобках, имеют следующие значения:

$$[a^2] = a^2 + b^2 + c^2 + d_2 + \ldots$$
$$[a_0] = a_0 + b_0 + c_0 + d_0 + \ldots$$
$$[a] = a + b + c + d + \ldots$$
$$[aa_0] = aa_0 + bb_0 + cc_0 + dd_0 + \ldots$$

n = числу наблюдений.

Определив x и y, мы вычислим по каждому из уравнений суммы:

$$a' = x + ay$$
$$b' = x + by$$
$$c' = x + cy$$
$$d' = x + dy$$
и т. д.

и получаем шкалу a', b', c' и d' и т. д. однородную с нормальной и отличающуюся от нее только случайными ошибками наблюдений.

Для перевода степеней, выражающих блеск переменной, в звездные *величины*, необходимо знать величины звезд сравнения. Подобно тому, как мы в предыдущем случае называли буквами x и y количества, необходимые для перехода от одной шкалы блеска к другой, мы здесь назовем буквами ξ и η количества, необходимые для перехода от шкалы, выраженной в степенях, к шкале, выраженной в звездных величинах.

Пусть данная шкала блеска звезд сранения будет a, b, c и d и т. д., а звездные величины тех же звезд: m_1, m_2, m_3, и m_4 и. т. д.

Между этими величинами по условию устанавливаются такие соотношения:

$$\xi + a\eta = m_1$$
$$\xi + b\eta = m_2$$
$$\xi + c\eta = m_3$$
$$\xi + d\eta = m_4$$
и т. д.

Для нахождения вероятнейших значений ξ и η решим эти уравнения по способу наименьших квадратов:

$$\xi = \frac{[a^2][m] - [a][am]}{n[a^2] - [a][a]}$$
$$\eta = \frac{n[am] - [a][m]}{n[a^2] - [a][a]}$$

Когда ξ и η найдены, нетрудно уже определить звездную величину переменной.

Положим, что блеск ее определен по данной шкале величинами: β_1, β_2, β_3 и т. д., для времен t_1, t_2, t_3 . . .

Тогда соответственные звездные величины будут:

для времени $t_1 \ldots M_1 = \xi + \beta_1\eta$
» » $t_2 \ldots M_2 = \xi + \beta_2\eta$
» » $t_3 \ldots M_3 = \xi + \beta_3\eta$
и т. д.

После того, как шкала получена окончательно, результат вывести уже нетрудно.

Так, например, проф. Глазенап наблюдал в Пулкове в 1875 году

20-го ноября нов. стиля minimum Альголя и между прочим получил следующие наблюдения:

№	Звездное пулковское время.	Наблюдение.
1	$22^h\ 7^m$	$\beta 3a$; $\beta\delta$; $\gamma 1\beta$.
2	18	$\beta 3a$; $\beta 1\delta$; $\gamma 3\beta$; $\varepsilon 2\beta$.
3	44	$\beta 2a$; $\delta 2\beta$; $\varepsilon 4\beta$.
4	57	$\beta 4\nu$; $\beta 2a$; $b 2\beta$.
5	23 7	$\beta 4\nu$; $\beta 1a$; $b 2\beta$; $\delta 4\beta$.
6	27	$\beta 3\nu$; $\beta 1a$; $b 2\beta$.
7	36	βa; $b 3\beta$; $\gamma 4\beta$.
8	53	$\beta 2a$; $b 2\beta$; $\delta 2\beta$; $\gamma 3\beta$.
9	0 7	$\beta 3a$; $\beta 2\delta$; $b 3\beta$; $\gamma 1\beta$; $\varepsilon 3\beta$.
10	34	$\beta 4a$; $\beta 1b$; $\beta\varepsilon$; $\gamma 1\beta$.

При этом для звезд сравнения он принимал шкалу

$\nu = 1{,}0$ ст. $\quad \gamma = 11{,}4$ ст.
$a = 3{,}8$ » $\quad \varepsilon = 12{,}4$ »
$\delta = 8{,}0$ »
$b = 9{,}1$ »

Буквой β обозначался Альголь.

Для первого наблюдения имеем:

$$\beta = a + 3;\ \beta = \delta \text{ и } \beta = \gamma - 1$$

так что

$\beta = 3{,}8 + 3 = 6{,}8$
$\beta = 8{,}0$
$\beta = 11{,}4 - 1 = 10{,}4$

В среднем $\beta = 8{,}4$ степеней.

Для второго наблюдения:

$\beta = a + 3 = 3{,}8 + 3{,}0 = 6{,}8$ ст.
$\beta = \delta + 1 = 8{,}0 + 1{,}0 = 9{,}0$ »
$\beta = \gamma - 3 = 11{,}4 - 3{,}0 = 8{,}4$ »
$\beta = \varepsilon - 2 = 12{,}4 - 2{,}0 = 10{,}4$ »

В среднем = 8,6 ст.

Поступая таким образом и дальше, проф. Главенап получил следующий блеск Альголя для различных моментов наблюдения.

№	Время.	Наблюденные яркости.	Средний блеск Альголя.
1	$22^h\ 7^m$	6,8; 8,0; 10,4	8,4 ст.
2	18	6,8; 9,0; 8,4; 10,4	8,6 »
3	44	5,8; 6,0; 8,4	6,7 »
4	57	5,0; 5,8; 7,1	6,0 »
5	24 7	5,0; 4,8; 7,1; 4,0	5,2 »
6	27	4,0; 4,8; 7,1	5,3 »
7	36	3,8; 6,1; 7,4	5,8 »
8	53	5,8; 7,1; 6,0; 8,4	6,8 »
9	0 7	6,8; 10,0; 6,1; 10,4; 9,4	8,5 »
10	34	7,8; 10,1; 12,4; 10,4	10,2 »

В способе *Пикеринга*, как упомянуто выше, исследуемая звезда сразу сравнивается с двумя, из которых одна ярче исследуемой звезды, другая слабее. Мысленно разделяя разность в блеске звезд сравнения на 10 долей мы стараемся установить, на сколько таких долей исследуемая звезда слабее более яркой звезды сравнения, на сколько долей она ярче более слабой. Назовем исследуемую звезду через N, более яркую звезду сравнения через α, более слабую через β. И пусть яркость исследуемой звезды находится, по нашей оценке, между яркостями звезд сравнения так, что она на 3 доли больше яркости слабейшей (β) и на 7 долей меньше более яркой (α). Тогда мы запишем наше наблюдение так:

$$\beta\ 3\ N\ 7\ \alpha.$$

Выпишем теперь из каталога звездные величины звезд сравнения, найдем их разность, определим десятую долю этой разности и тогда вычислить яркость исследуемой звезды для данного наблюдения легко.

Пусть, например, звезда β — 3,6 зв. величины,
α — 3,0 »
тогда разность равна 0,6 »

Одна десятая этой разности составляет 0,06 зв. величины,
три десятых » » $0{,}06 \times 3 = 0{,}18$ зв. величины,
семь десятых » » $= 0{,}06 \times 7 = 0{,}42$ зв. величины.

и следовательно для исследуемой звезды N

Звездная величина $= 3{,}6 - 0.18 = 3{,}42$ (N ярче на 3 доли, чем β),
или $= 3{,}0 + 0.42 = 3{,}42$ (N слабее на 7 долей, чем α).

Не надо, конечно, смешивать десятую долю разности в блеске двух звезд сравнения в методе Пикеринга со *степенью* в способе Аргеландера. Здесь различие и в значениях и по существу. Степень Аргеландера для одного наблюдателя всегда приблизительно постоянна и близка к 0,1 звездной величины. Десятая доля разности блеска звезд сравнения в способе Пикеринга в различных случаях различна в зависимости от этой разности. Если разность близка к звездной величине, то десятая доля будет иметь значение близкое к 0,1 зв. величины, но если разность в блеске двух звезд, равна 0,6, то десятая доля этой разности составит только 0,06 зв. величины, при разности в 0,4—0,04 зв. величины.

Можно, конечно, делить разность в блеске двух звезд сравнения не на десять долей, а например на 5 или 4. Но десятые доли выгоднее и удобнее при расчетах.

Понятно, что чем меньше разность в блеске звезд сравнения, между которыми по яркости находится исследуемая звезда, тем точнее будут результаты наблюдений. К сожалению, далеко не всегда удается подобрать подходящие звезды сравнения, не особенно далеко отступающие по яркости в ту и другую сторону от исследуемой звезды и сравнительно близкие к ней по расстоянию.

Что касается самых наблюдений по способу Пикеринга, то в отношении приемов сравнения яркости двух соседних звезд и предосторожностей обеспечивающих более точный результат, они производятся также, как и в способе Аргеландера (стр. 170).

Когда мы имеем ряд наблюдений переменной, обработанных на столько, что для каждого момента даются уже звездные величины или, по крайней мере, степени (в способе Аргеландера), то интересно составить себе наглядную картину изменения блеска с течением времени.

Вернемся к наблюдениям Альголя, разобранным на стр. 175—176.

По последнему столбцу, представляющему яркость в степенях, мы видим, как падал блеск Альголя, как он поднимался опять. Возьмем теперь лист бумаги, разграфленной прямоугольными клетками, и будем откладывать по одному направлению в каком нибудь масштабе время, а по направлению, перпендикулярному к первому, — соответственный блеск Альголя. Потом между, полученными таким образом, точками проведем кривую по возможности плавно. Тогда мы непосредственно будем иметь картину явления.

Чтобы дать читателю образец для построения подобной кривой, мы воспроизводим кривую Аргеландера для *β Lyrae*. На черт. 82-м мы видим 4 кривых, из них нижняя, пунктирная, соответствует одному периоду наблюдений, вторая сверху — другому, самая верхняя — третьему, а черная, непрерывная, есть окончательная кривая, выведенная Аргеландером для 1850 года.

При наблюдении переменных звезд Аргеландер прежде всего советует постараться вывести *период* изменения блеска. Для этого, конечно, надо рассматривать, по возможности, отдаленные эпохи maximum'ов или minimum'ов.

Потом, подсчитывая различные фазы и сличая их с наблюдениями, посмотрим, насколько период этот правилен, не подвержен ли он каким-нибудь колебаниям, каков их характер.

Интересно также выяснить, всегда ли одинаковы maximum'ы и minimum'ы по блеску.

Если будут замечены колебания, то нужно сопоставить их с неправильностями в периоде.

Только после того, как установлены главные элементы изменения блеска переменной звезды, мы обращаемся к промежуточным фазам.

Кривые изменения блеска имеют при таких исследованиях особенно большое значение.

Полезно также попутно отмечать и цвет переменной звезды, так как часто наблюдалось, что, убывая в блеске, звезда является более красной, чем при возрастании. Весьма было бы интересно, если бы на это явление обратили внимание лица, глаза которых достаточно чувствительны к цветным оттенкам.

При более тщательной обработке наблюдений переменных звезд необходимы еще некоторые другие операции, для ознакомления с которыми отсылаем читателя к прекрасной статье *проф.* С. *Глазенапа.* «Наблюдения над блеском переменной звезды η Aquilae» (Изв. Р. Астр. Общества, вып. III).

Можно указать также статью *С. М. Селиванова:* «Визуальные наблюдения переменных звезд и обработка наблюдений» в Изв. Р. Общества Любителей Мироведения. VI. (1917 апр., стр. 99).

Но если читатель почему-либо не решится сам приняться за вычисления, он не должен отказываться из-за этого от наблюдений, которые сами по себе, как видим, очень просты. Если они сделаны достаточно аккуратно и полно, то обработка их может быть произведена при случае всегда астрономом-специалистом. И мы можем только посоветовать читателю не пренебрегать такими приятными и полезными занятиями, какие представляют собой наблюдения переменных звезд.

Результат наблюдений переменных звезд, как видно из всего сказанного выше, не зависит собственно от звезд сравнения, и всякий наблюдатель может сам выбирать их, какие найдет для себя удобным, но, в видах однообразия материала, предпочитают для тех переменных звезд, которые наблюдаются часто, пользоваться всегда одними и теми же звездами сравнения.

Так, для Альголя выбраны и обыкновенно употребляются следующие звезды:

ν Persei . . . ν	γ Persei . . . γ
ϱ » . . . ϱ	ε » . . . ε
α Trianguli . . a	β Arietis . . . h
δ Persei . . . δ	ι Aurigae . . . i
β Trianguli . . b	γ Andromedae . c

Для сокращения они просто обозначаются буквами. Для них выработана и шкала:

$\nu = 1{,}0$ степ.	$\gamma = 11{,}4$ ст.
ϱ — переменная	$\varepsilon = 12{,}4$ »
$a = 3{,}8$ степ.	$h = 16{,}4$ »
$\delta = 8{,}0$ »	$i = 17{,}1$ »
$b = 9{,}1$ »	$c = 12\,4$ »

Для ϱ Persei приходится при всяком наблюдении определять блеск независимо, так как она сама переменная.

Альголь наблюдается главным образом около эпох наименьшей яркости.

Укажем теперь несколько переменных звезд, наиболее интересных и более доступных для наблюдения в каждом классе.

I Класс. Кроме Альголя, о котором говорили выше (стр. 168) интересны:

2. λ *Tauri*. По изменениям блеска эта звезда во всем подобна Альголю. Период = 3 дн. 23 час. Обыкновенно звезда 3.4 величины; в момент minimum'a. 4,2 Блеск изменяется в продолжение 10 часов.

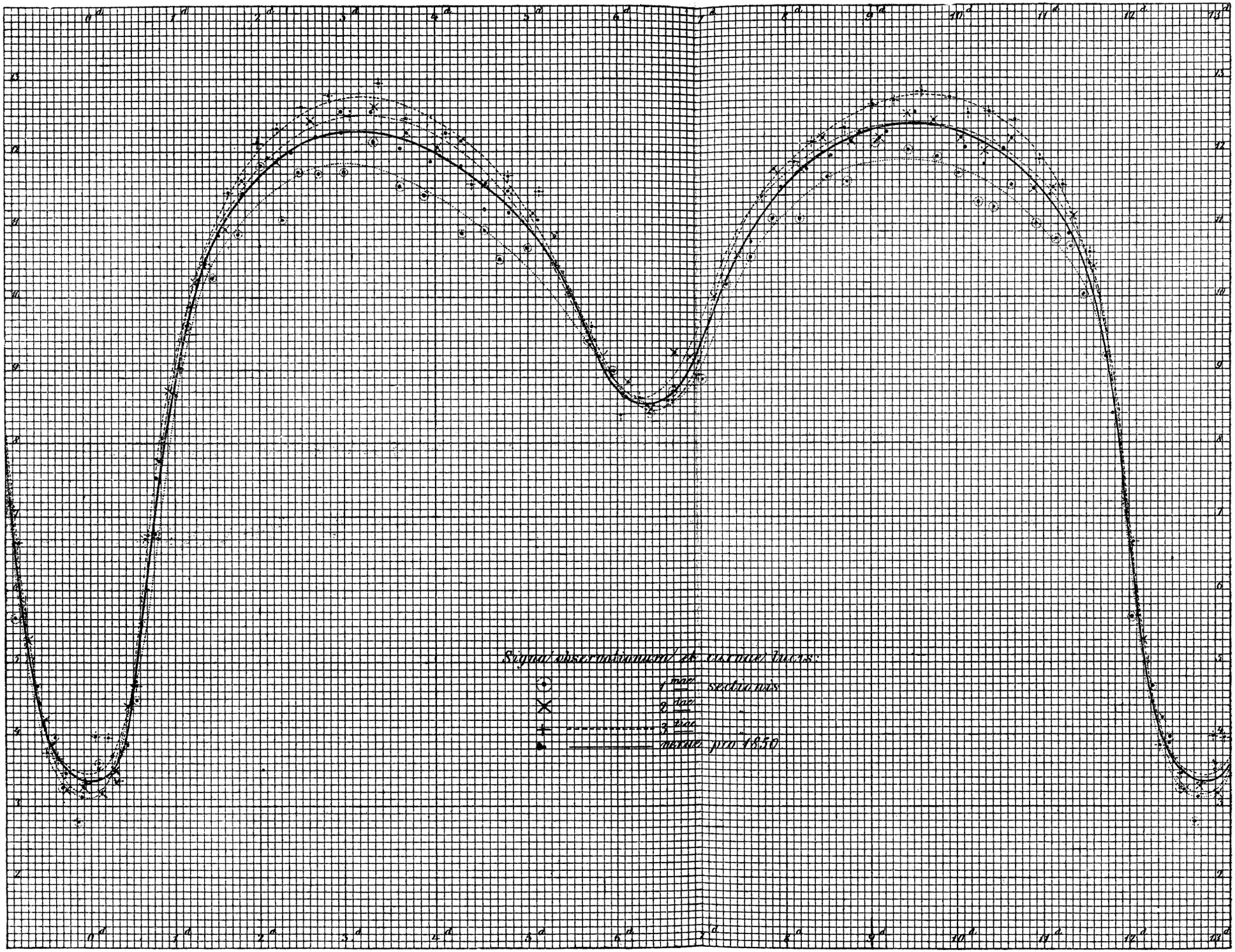
Положение на небе для 1925 года[1]) определяется числами:

$$\alpha = 3^h\ 56{,}5^m$$
$$\delta = +12^\circ\ 16{,}8'$$

Звездами сравнения могут служить следующие:

$\nu = \nu$ Tauri	$= 3{,}0$ ст.
$\xi = \xi$ »	$= 4{,}5$ »
$\gamma = \gamma$ »	$= 6{,}1$ »
$\varepsilon = \varepsilon$ »	$= 7{,}8$ »
$o = o$ »	$= 9{,}0$ »

[1]) Также и везде ниже α и δ переменных звезд даны для начала 1925-го года.


Signa observationum ab earum lucis:
1 max. sedecimis
2 dec
3 trac
max. pro 1850

Черт. 82.

3. δ *Librae*. Период ее 2 дн. 7 час. 51 мин. 23 сек.

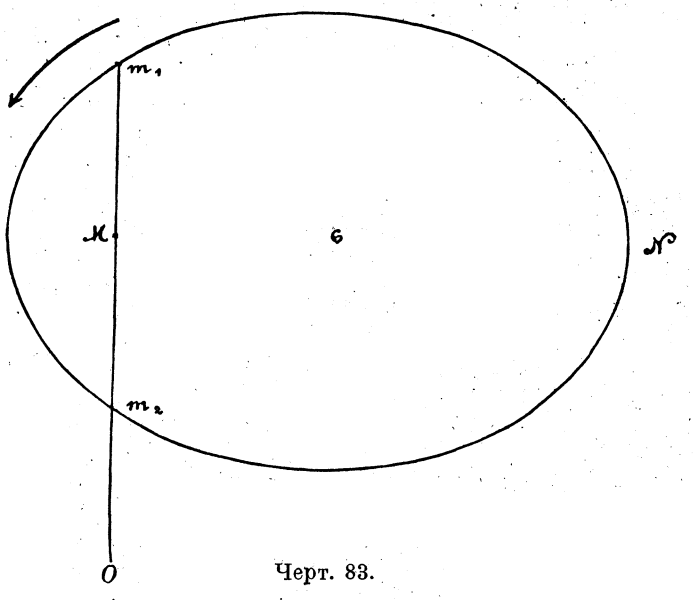
Звезда 5-ой величины. В момент minimum'а 6-ой; Блеск изменяется в продолжение 12 часов.

$$\alpha = 14^h\ 56{,}1^m$$
$$\delta = -8^\circ\ 10{,}7'$$

4. U *Ophiuchi*. Период 20 час. 7 мин. 41 сек. Блеск изменяется впродолжении 5 час. в пределах 6.0—6.7 зв. вел.

$$\alpha = 17^h\ 45{,}0^m$$
$$\delta = +1^\circ\ 22{,}1'$$

5. *Y Cygni* — весьма интересная переменная звезда. Maximum ее блеска 7,1, minimum 7,9. Сначала казалось, что minimum'ы следуют друг за другом почти ровно через три дня (точнее через 2 дня 23 часа 54 мин.



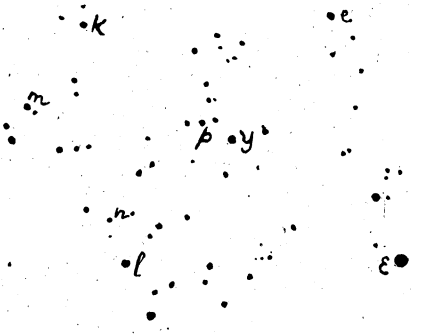
Черт. 83.

44 сек.), но после обнаружилось, что эти minimum'ы вовсе не соседние между собой, так как между ними есть еще minimum, только он бывает днем (если первые minimum'ы приходились на ночь). По истечении некоторого времени этот minimum будет, правда, случаться вечером (вследствие того, что промежуток между наблюдаемыми minimum'ами на 5 минут короче трех суток), но зато первые minimum'ы придутся на день. Промежуток между *двумя последовательными* minimum'ами установлен таким образом в $1^1/_2$ суток. Но исследования Дунера показали, что в данном случае явления гораздо сложнее; промежуток от одного minimum'а до другого = 1 дню $8^1/_2$ ч., а промежуток между этим minimum'ом и следующим = 1 дню $15^1/_2$ час., при чем промежуток между *наблюдаемыми* первым и третьим minimum'ами попрежнему остается около 3 дней (без 5 минут). Дунер сделал предположение, что У Cygni — двойная звезда

и что составляющие пары одного блеска. Звезды эти ходят друг около друга, и когда для наблюдателя с земли одна звезда покроет другую, происходит ослабление блеска, так как тогда вместо двух звезд будет блистать для нас одна. Но почему же, спросит читатель, мы непременно должны считать компоненты этой пары равными по блеску? А это дает простой расчет. Мы говорили уже, что звезды одного класса величин в $2^1/_2$ раза слабее, чем звезды предыдущего класса (стр. 154), у Y Cygni яркость падает на 0,8 величины, следовательно свет ослабляется в $2^1/_2 \times 0{,}8 = 2$ раза.

Так же просто по наблюдениям мы сообразим, что одна звезда движется около другой по эллипсису. Если бы орбита была круговая, тогда последовательные minimum'ы отстояли бы друг от друга на одинаковые промежутки. В случае вытянутой орбиты этого в общем случае не будет.

Пусть, например, на черт. 83-м M представляет главную звезду, линия MO — луч зрения, по направлению которого видит ее наблюдатель, m_1 и m_2 положения спутника, соответствующие двум последовательным minimum'ам; стрелка указывает направление движения спутника. Если мы обозначим minimum, имевший место в точке m_1 номером первым, то в этой же точке будут minimum'ы — 3-й, 5-ый, 7-ой и т. д. В точке m_2, наоборот, придутся четные minimum'ы: 2-ой, 4-ый и пр.



Черт. 84.

Из чертежа мы непосредственно видим, что в этом случае промежуток между нечетным и следующим четным minimum'ом будет меньше промежутка между этим четным и последующим нечетным, но промежутки между двумя последовательными нечетными и четными minimum'ами будут одинаковы, потому что они соответствуют полному обороту звезды по своей орбите. Вот причина, почему один промежуток между minimum'ом равняется 1 дню $8^1/_2$ час., а следующий — 1 дню $15^1/_2$ час., в то время как их сумма остается всегда одинакова. Впрочем, числа эти не вполне постоянны. По исследованиям Дунера, они представляют некоторые колебания. Для об'яснения этих колебаний Дунер делает новую гипотезу. Он предполагает, что существует еще третья, более темная, звезда, которая оказывает возмущающее действие на движение двух первых.

Таким образом оказывается, что из одних только фотометрических наблюдений мы можем составить себе представление о далекой, невидимой в трубу, сложной системе.

После исследований Дунера астрономы особенно интересуются Y Cygni. К сожалению, звезда эта довольно слаба. Чтобы облегчить наблюдения, даем карту ближайших ее окрестностей (черт. 84).

e, k, m, n, l и p — наиболее удобные звезды сравнения. Y Cygni нужно искать близ ε. Ее положение определяется числами:

$$\alpha = 20^h\ 49{,}1^m$$
$$\delta = 34°\ 22{,}6'$$

6. *Z Herculis* — открыта в 1891 г. Закон изменения яркости установлен в 1894 г.

Пределы 7,1—8,0 вел. Период 3 дня 23 час. 50 мин.

Положение

$$\alpha = 17^h\ 54{,}6^m$$
$$\delta = +15°\ 8{,}6'$$

7. *R Lyrae.* Изменение яркости в пределах 4,0—4,7. Период повидимому = 0,97 955 суток.

$$\alpha = 18^h\ 53{,}0^m$$
$$\delta = +43°\ 49{,}8'$$

8. *W Cygni.* Изменение блеска в пределах 5,6—6,4. Период, повидимому = 0,9924 суток.

$$\alpha = 21^h\ 33{,}1^m$$
$$\delta = +45°\ 3{,}0'$$

9. *F Vulpeculae.* Изменение блеска в пределах 5.5—6.5. Период = 4 дня 10 час. 27 мин. 30 сек.

$$\alpha = 20^h\ 48{,}3^m$$
$$\delta = +27°\ 58{,}0'$$

10. *F Aurigae.* Изменение блеска в пределах 5,0—5,5. Период = 3 дня 18 час. Промежуток между максимумом и минимумом приблизительно 1.1 суток.

$$\alpha = 6^h\ 23{,}7^m$$
$$\delta = +30°\ 32{,}3'$$

II-й класс.

1. Для переменной β Lyrae, о которой мы упомянули выше, звездами сравнения обыкновенно служат:

$\delta = \delta$ Lyrae	= 2,0 ст.	$o = o$ Herculis	= 7,6 ст.
$\varkappa = \varkappa$ »	= 2,5 »	$\vartheta = \vartheta$ »	= 8,7 »
$\zeta = \zeta$ Lyrae	= 3,2 »	$\xi = \xi$ Herculis	= 9,8 »
$\varepsilon = \varepsilon$ »	= 4,8 »	$\gamma = \gamma$ Lyrae	= 12,7 »

2. *η Aquilae.*

$$\alpha = 19^h\ 48{,}6^m$$
$$\delta = +0°\ 48{,}7'$$

Maximum яркости 3,5 вел. Minimum 5,0 вел.

Период = 7,18 дней, отличается правильностью. При этом блеск увеличивается быстро (2,3 дня), а падает медленно (4,8 дня). При уменьшении замечается как бы вспышка — второй незначительный maximum.

Звезды сравнения:

$\mu = \mu$ Aquilae	= 0,0 ст.	
$\iota = \iota$ »	= 4,3 »	
$\beta = \beta$ »	= 9,4 »	
$\delta = \delta$ »	= 14,7 »	

3. *δ Cephei*[1]).

$$\alpha = 22^h\ 26{,}3^m$$
$$\delta = +58°\ 1{,}9'$$

Max. = 3,7 Min. = 4,9. Период = 5,37 дням.

Во время уменьшения блеска замечается также слабый вторичный maximum. Звезды сравнения:

$\varepsilon = \varepsilon$ Cephei	= 2,0	ст.
$\xi = \xi$ »	= 3,0	»
$\alpha = 7$ Lacertae	= 7,1	»
$\iota = \iota$ Cephei	=10,6	»
$\zeta = \zeta$ »	=11,4	»

4. *ζ Geminorum.*

Уменьшение блеска незначительно, всего 5—6 степеней. Период отличается правильностью. Он = 10 дн. 3 час. 41,5 мин.

Звезды сравнения δ, ι, ν, υ, λ Geminorum.

В момент maximum'a ζ делается почти точно = λ.

$$\alpha = 6^h\ 59{,}7^m$$
$$\delta = +20°\ 40{,}9'$$

5. *U Herculis.* Переменность блеска открыта еще в 1869, но только в 1903 с помощью спектральных наблюдений удалось установить истинный характер изменения блеска, напоминающий явления, наблюдаемые в § Lyrae. Яркость U Herculis изменяется в пределах 4.6—5.4 зв. вел. Период повидимому равен 2,05 суток, при этом наблюдаются два максимума и два минимума.

$$\alpha = 17^h\ 14{,}5^m$$
$$\delta = +33°\ 10{,}4'$$

III-ий класс.

1. Для *o* Ceti рекомендуются следующие звезды сравнения.

$\varkappa$ (одна из звезд 6-ой величины: 63, 69, 70 или 71 Ceti) = 0,0 ст.

$b = 75$ Ceti . . .	= 8,6 ст.	$\gamma = \gamma$ Ceti . . .	= 28,3 ст.
$\nu = \nu$ » . . .	= 13,0 »	$f = \beta$ Arietis . .	= 32,8 »
$\lambda = \lambda$ » . . .	= 16,1 »	$\alpha = \alpha$ Ceti . .	= 35,3 »
$\mu = \mu$ » . . .	= 19,1 »	$c = \beta$ Aurigae . .	= 40,6 »
$\xi' = 65\,\xi'$ » . . .	= 19,1 »	$d = \beta$ Tauri . .	= 42,0 »
$\xi'' = 73\,\xi''$ » . . .	= 20,9 »	$\beta = \beta$ Ceti . . .	= 42,4 »
$\delta = \delta$ » . . .	= 21,8 »	$\varepsilon = \alpha$ Arietis . .	= 44,0 »
$\alpha = \alpha$ Piscium . .	= 26,5 »	$g = \alpha$ Tauri . .	= 50,0 »

Положение Mirae:

$$\alpha = 2^h\ 15{,}4^m$$
$$\delta = -3°\ 19{,}0'$$

[1]) При классификации, в основе которой является причина изменения блеска, звезда δ Cephei должна быть выделена из класса, представителем которого является β Lyrae так же, как и следующая звезда ξ Geminorum. Они относятся к классу *Цефеид.*

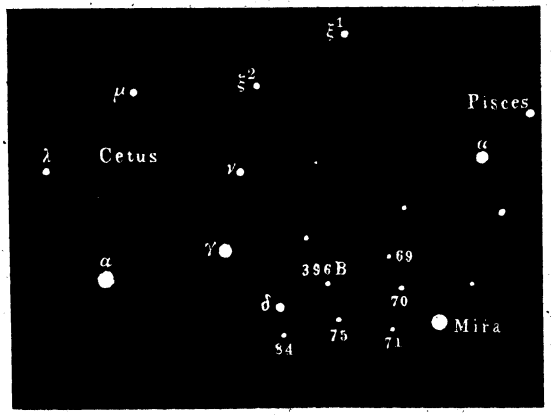
Присоединяем небольшую карту звезд, окружающих *o* Ceti (черт. 85).

2. *χ Cygni*. Эта переменная весьма интересна по тем пределам, в которых изменяется ее блеск. В момент maximum'а звезда бывает 4-ой величины, а во время minimum'а только 13-й, так что даже для сильных труб скрывается.

Период ее = 406 дням. Невооруженным глазом звезда видима впродолжение 52 дней, при чем 20 дней во время увеличения блеска и 32 во время уменьшения.

$$\alpha = 19^h\ 48{,}8^m$$
$$\delta = +32^\circ\ 42{,}0'$$

3. *R Hydrae* — не совсем удобная для наблюдений звезда, благодаря своему низкому положению на небе и отсутствию подходящих звезд сравнения.



Черт. 85.

Период изменения блеска приблизительно = 469 дням, при чем дней на 17 в ту и другую сторону может быть неточность. В момент maximum'а R Hydrae достигает 4-ой величины, но не всегда. Иногда она остается ниже 5-ой. В момент minimum'а она спускается до 10-ой величины.

$$\alpha = 13^h\ 25{,}6^m$$
$$\delta = -22^\circ\ 53{,}7'$$

4. *R Leonis* с периодом в 312 дней.

Во время maximum'а 5 или 6 величины, во время minimum'а падает до 10 велич. В общем звезда наблюдалась мало.

$$\alpha = 9^h\ 43{,}4^m$$
$$\delta = +11^\circ\ 48{,}9'$$

5. *R Scuti*. Период непостоянен. В среднем принимается = 71 дню. Изменение блеска тоже неправильно. Maximum = 5 велич. Minimum = 8 — 9, а иногда 7 и 6.

$$\alpha = 18^h\ 43{,}4^m$$
$$\delta = -\ 5^\circ\ 47{,}3'$$

7. *R Serpentis*. Maximum 5,5, иногда только 7-ой и даже 8-ой. В minimum — 13-ой велич.

$$\alpha = 15^h\ 47{,}2^m$$
$$\delta = +15^\circ\ 21{,}0'$$

8. *R Coronae bor.* должна быть особенно рекомендована наблюдателям, так как представляет много загадочного.

Колебания света в пределах 5—33 велич. Период = 323 дням. Это значение нуждается в проверке.

$$\alpha = 15^h\ 45{,}5^m$$
$$\delta = +28^\circ\ 23{,}4'$$

Звезды сравн. в Звездн. Атласе.

IV класс — с неправильными периодами.

1. α *Cassiopejae.*

$$\alpha = 0^h\ 36{,}2^m$$
$$\delta = +56^\circ\ 7{,}6'$$

Maximum 2,2 вел., minimum 2,8. Период не определен точно. Аргеландер предполагал его в 79 дней.

Звезды сравнения:

$\delta = \delta$ Cassiopejae = 0,0 ст.
$\beta = \beta$ » = 4,3 »
$\gamma = \gamma$ » = 7,0 »

2. α *Orionis.* Уже невооруженному глазу заметен красный оттенок в блеске этой звезды. По Аргеландеру дней 90 (с небольшим) блеск увеличивается, а 104 уменьшается.

Maximum 1,0, minimum 1,4.

Звезды сравнения:

e = Поллукс . = 0,0 ст.
d = Альдебаран = 2,2 »
c = Процион . = 5,5 »
β = Ригел . . = 5,9 »
a = Капелла . = 9,1 »

Положение звезды:

$$\alpha = 5^h\ 50{,}1^m$$
$$\delta = +7^\circ\ 23{,}7'$$

3. α *Herculis.* Иногда звезда оранжевая, в другое время темнокрасная. Maximum блеска = 3,1, minimum = 3,9. Период более 60 дней.

Звезды сравнения:

$\alpha = \varkappa$ Ophiuchi = 2,0 ст.
$\delta = \delta$ Herculis = 2,8 »
c = β Ophiuchi = 5,8 »
$\beta = \beta$ Herculis = 7,5 »

Положение звезды:

$$\alpha = 17^h\ 19{,}2^m$$
$$\delta = +14^\circ\ 28{,}5'$$

4. μ *Cephei.* — *Гранатовая* звезда.

Отличается интенсивно красным цветом, который весьма затрудняет исследования блеска. Изменение последнего между 4 и 5 велич.

Звезды сравнения:

$\nu = \nu$ Cephei = 0,4 ст.
$\varepsilon = \varepsilon$ » = 2,0 »
$\xi = \xi$ » = 3,0 »
$\alpha = 7$ Lacertae = 7,1 »
$\iota = \iota$ Cephei = 10,6 »
$\zeta = \zeta$ Cephei = 11,4 »

Положение звезды:

$$\alpha = 21^h\ 41{,}2^m$$
$$\delta = +58^\circ\ 26{,}0'$$

β Pegasi.

$$\alpha = 23^h\ 0{,}1^m$$
$$\delta = +27^\circ\ 40{,}5'$$

Maximum 2,2, minimum 2,7. Период приблизительно 41 день. Звезды сравнения:

$\eta = \eta$ Pegasi $= 1{,}0$ ст.
$\alpha = \alpha$ » $= 3{,}0$ »
$\varepsilon = \varepsilon$ » $= 5{,}1$ »
$a = \alpha$ Andromedae $= 7{,}0$ »

ε Aurigae — одна из немногих переменных звезд совершенно белого цвета. Изменение блеска в пределах 3,4—4,1. Период 27 лет 43 дня, продолжительность изменения яркости — 100 дней. Ближайший minimum ожидается в 1929 г.

$$\alpha = 4^h\ 56{,}5^m$$
$$\delta = +43^\circ\ 42{,}8'$$

Звездами сравнения могут служить ζ, η, ϑ, ι *Aurigae*, ε и ξ Persei.

δ Orionis — заподозренная еще Дж. Гершелем в 1834 году. Maximum 2,2 (?), a minimum 2,7.

$$\alpha = 5^h\ 28{,}2^m$$
$$\delta = -0^\circ\ 21{,}2'$$

g Herculis — открытая Baxendell'ом в 1857 году. Maximum 4,7—5,5, minimum 5,4—6,0.

$$\alpha = 16^h\ 26{,}2^m$$
$$\delta = +42^\circ\ 3{,}0'$$

Обращаем также внимание на следующие переменные звезды:

Название звезды	1925 α	1925 δ	Яркость	Период
SU Cassiopejae	$2^h\ 45{,}5^m$	$+68^\circ\ 34'$	5,9— 6,3	1 д. 22 ч. 47 м. 43 с.
R Canis Majoris	7 15,9	— 16 24	5,9— 6,7	1 д. 3 ч. 15 м. 46 с.
Y Sagittariae	18 17,1	— 18 53	5,8— 6,6	5 д. 18 ч. 33 м. 42 с.
U Aquilae	19 25,6	— 7 12	6,2— 6,9	7 д. 0 ч. 34 м. 22 с.
S Sagittae	19 51,7	+ 16 25	5,4— 6,2	8 д. 9 ч. 10 м. 13 с.
R Andromedae	0 20,1	+ 38 9	5,6—14,0	417 дней
R Trianguli	2 32,5	+ 33 56	5,3—12,0	269 »
U Orionis	5 51,2	+ 20 9	5,8—12,1	375 »
R Ursae Majoris	10 39,2	+ 69 26	5,9—13,1	299 »
R Corvi	12 15,7	— 18 50	5,9—12,5	318 »
T Ursae Majoris	12 33,0	+ 59 54	5,5—12,7	256 »
R Bootis	14 34,0	+ 27 4	5,9—12,2	223 »
S Herculis	16 48,4	+ 15 4	5,9—13,1	312 »
R Cygni	19 34,8	+ 50 2	5 9—13,8	427 »
T Cephei	21 8	+ 68 11	5,2—10,8	387 »
R Aquarii	23 39,9	— 15 42	6,0—10,8	381 »
R Cassiopejae	23 54,6	+ 50 58	4,8—13,2	427 »

Название звезды	1925 α	1925 δ	Яркость	Период
T Ceti	0h 18,0m	— 20 29	5,4— 6,9	162 дней?
RUCassiopejae	1 6,6	+ 64 37	5,2— 6,6	Возможен тип Альголя
ϱ Persei	3 0,3	+ 38 33	3,3— 4,1	Возможные значения: 0,97 1,03 или 2,05 сут.
ϰ Persei	3 50,6	+ 30 51	6,2— 6,9	Длинный
η Geminorum	6 10,3	+ 22 32	3,3— 4,2	233 дня
UU Aurigae	6 31,3	+ 38 31	6,2— 6,7	Неизвестен
S Monocerotis	6 37,2	+ 9 58	4,9— 5,4	3 дн. 10 ч. 28 м.?
RS Cancri	9 6,2	+ 31 16	5,4— 6,6	Неправильный
U Ursae Majoris	10 9.7	+ 60 22	6,0— 6,5	Неправильный
U Hydrae	10 33,8	— 13 0	4,8— 6,7	Неправильный
W Bootis	14 40,1	+ 26 50	5,2— 6,1	Неизвестен
υ Herculis	18 4,6	+ 28 45	4,1— 4,4	Возможен тип β Lyrae
∂ Serpentis	18 23,4	+ 0 8	4,9— 5,6	7—8 дней?
τ Cygni	20 44,2	+ 34 6	5,5— 6,0	
ϱ Cassiopejae	23 51,2	+ 56 52	4,4— 5,0	Неизвестен

Есть еще ряд звезд, изменение блеска которых не доказано вполне, но для которых оно весьма вероятно. Рекомендуем обратить на них особенное внимание, так как в этом случае возможны весьма интересные открытия.

	1925 α	1925 δ	
γ Pegasi	0h 9,4m	+ 14° 46′	Звезда красноватая, 3-ей величины. Период как будто бы = 27½ дням. Но так как это число близко к сидерическому обращению Луны, то возможно, что изменение блеска обусловливается присутствием последней. Надо быть осторожным.
36 *Andromedae*	0h 50,8m	+ 23° 13′	Шмидт нашел ее яркость = 6-й величине.
ξ Andromedae	1h 17,6m	+ 45° 8′	
A Andromedae	1h 25,3m	+ 46° 37′	Кассини утверждает, что эта звезда в 1695 году исчезала, потом появилась опять.
η Piscium	1h 27,5m	+ 14° 58′	4-й величины.
π Piscium	1h 33,0m	+ 11° 46′	Эта звезда по некоторым наблюдениям 6-й величины, по другим 5-й и 4,5.
3 *Arietis*	1h 42,6m	+ 17° 34′	6-й величины.
ζ Ceti	1h 48,0m	— 10° 58′	По Бесселю 5 или 6-й величины, по Брадлею, Пиацци и Лаланду 3, по Гульду 3,5, по Дж. Гершелю 4,7.

	α	δ	
7 *Arietis*	$1^h\,51{,}7^m$	$+23°\,12'$	Колебание блеска этой звезды замечалось в 1798 и 1803 годах — от 8-й до 6-й величины в интервале 4-х дней. В другое время этого констатировать было нельзя. Аргеландер рекомендует обратить на эту звезду внимание.
122 *Piscium* . . .	$1^h\,56{,}4^m$	$+2°\,44'$	Звезда 6-й величины. В августе 1868 года Шмидт заметил ослабление света.
α *Piscium*	$1^h\,58{,}4^m$	$+2°\,24'$	Оценка яркости главной звезды в этой двойной системе различными наблюдателями различна от 2,5 до 5,5.
19 *Arietis*	$2^h\,9{,}0^m$	$+14°\,55'$	Есть подозрение, что звезда скрывалась совершенно. По Флэмстиду ее величина 7, по Брадлею 5.
15 *Trianguli* . . .	$2^h\,31{,}1^m$	$+34^m\,23'$	По Argelander'у яркость 5, Bradley и Piazzi — 8, Houzeau — 6. На 2′ к северу и на 4^s к востоку от нее есть еще звездочка 7,3 величины.
ε *Arietis*	$2^h\,54{,}9^m$	$+21°\,4'$	Изменение блеска весьма вероятно. По Струве оно в пределах 4,5—6,5 вел., по другим в пред. 5,0—6,5.
ε *Persei*	$3^h\,52{,}8^m$	$+39°\,48'$	Звезда 3-й вел. Возможны колебания блеска в пределах 1 зв. величины.
48 *Tauri*	$4^h\,11{,}3^m$	$+15°\,12'$	Звезда 6-й величины. В 1872 до 1873 годах, по наблюдениям Шмидта, блеск ослабевал до 7 и ниже, потом увеличился опять.
α *Aurigae*	$5^h\,11{,}1^m$	$+45°\,55'$	Есть подозрение, что яркость звезды прежде была меньше.
β *Orionis*	$5^h\,10{,}9^m$	$+8°\,17'$	
γ *Orionis*	$5^h\,21{,}1^m$	$+6°\,17'$	Небольшие колебания блеска.
31 *Orionis*	$5^h\,25{,}6^m$	$-1°\,9'$	Весьма вероятно колебание блеска в пределах 4,8—6,0.
Anonyma Orionis	$5^h\,30{,}5^m$	$+10°\,9.'$	
Anonyma Orionis	$5^h\,31{,}2^m$	$-6°\,3'$	Колебания блеска весьма вероятны в пределах $5^1/_2$—$6^1/_2$ величины.

	α	δ	
38 *Aurigae* . . .	$5^h\,57{,}8^m$	$+42°\,55'$	Возможно, что не эта звезда переменная, а 39 Aurigae, с которой сравнивалась 38-я.
γ Canis Majoris .	$7^h\,0{,}3^m$	$-15'\,31°$	В 1670 году, по свидетельству Montanari, эта звезда была едва видна, в 1693 Maraldi оценил ее 4-ой величины, позднее Bode — 4,5 между тем как Flamsteed считал ее 3-й.
27 *Canis Majoris.*	$7^h\,11{,}4^m$	$-26°\,12'$	Впродолжение длинного и неправильного периода блеск звезды колеблется между 4,5—6,5.
λ Geminorum. . .	$7^h\,13{,}8^m$	$+16°\,41'$	Вероятно период изменения блеска велик.
Anon. Canis majoris	$7^h\,13{,}5^m$	$-23°\,7'$	По Аргеландеру яркость звезды 5,0, а в 1879 году Birmingham оценил ее в 8,5 величины.
ν Monocerotis . . .	$7^h\,26{,}9^m$	$9°\,32'$	Впродолжение 46 дней яркость колеблется между 6 и 7,2 велич.
ψ Canceri	$8^h\,5{,}6^m$	$+25°\,45'$	
α Hydrae	$9^h\,23{,}9^m$	$-8°\,20'$	Многими наблюдателями звезда считалась переменной. Устанавливались периоды колебания ее блеска. Но к окончательному результату не пришли. Исследования весьма трудны вследствие отсутствия подходящих звезд сравнения, малого колебания блеска и красноватого оттенка в нем.
ξ Leonis	$9^h\,27{,}8^m$	$+10°\,3'$	
ψ Leonis	$9^h\,39{,}6^m$	$+14°\,22'$	
40 *Leonis*	$10^h\,15{,}7^m$	$+19°\,53'$	под *γ* Leonis.
Anonyma Hydrae	$10^h\,33{,}7^m$	$-12°\,58'$	В первой половине 1871 года как будто бы наблюдался minimum блеска этой звезды. Оценка блеска в пределах 4,5—6,5 величины.
α Ursae Majoris .	$10^h\,59{,}1^m$	$+62°\,10'$	Заметно изменение цвета в этой звезде.
β Corvi	$12^h\,30{,}3^m$	$-22°\,58'$	
Anonyma Corvi .	$12^h\,39{,}5^m$	$-13°\,26'$	По некоторым наблюдениям яркость звезды 5 вел., по другим — 7.
Anon. Canum venat.	$12^h\,41{,}5^m$	$45°\,50'$	Звезда 5—6 величины с неправильным периодом в 386 дней.

	1925 α	δ	
Anonyma Virginis	$13^h\ 30{,}5^m$	$-12°\ 49'$	
η *Ursae Majoris* .	$13^h\ 44{,}6^m$	$+49°\ 41'$	Вероятный период 4—5 дней, 2-й величины.
υ *Bootis*	$13^h\ 45{,}8^m$	$+16°\ 11'$	
34 *Bootis*	$14^h\ 40{,}0^m$	$+26°\ 51'$	Кривая изменения яркости подобно кривой β Lyrae. Период, вероятно, очень длинен — 370 дней.
β *Ursae minoris* .	$14^h\ 50{,}9^m$	$+74°\ 28'$	Эта звезда является то слабее, то ярче Полярной, так что которая-нибудь из двух, вероятно, переменная.
i Bootis	$15^h\ 0{,}6^m$	$+47°\ 56'$	Еще Дж. Гершель подозревал изменение яркости обоих компонентов в этой двойной системе.
18 *Scorpii*	$16^h\ 11{,}5^m$	$-8°\ 10'$	Период, вероятно, очень длинен. По оценке различными наблюдателями, блеск ее 4,5, 5, 6 и 7 зв. велич.
γ *Herculis*	$16^h\ 18{,}6^m$	$+19°\ 20'$	Возможно изменение блеска в пределах 3,4—4,5 велич.
s *Herculis*	$16^h\ 27{,}4^m$	$+20°\ 39'$	Близ β Herculis является то 5-й, то 6-й величины.
k Ophiuchi . . .	$16^h\ 54{,}1^m$	$+9°\ 29'$	Весьма вероятно медленное изменение блеска на 0,6 величины.
79 *Herculis* . . .	$17^h\ 34{,}3^m$	$+24°\ 21'$	
o Herculis	$18^h\ 4{,}6^m$	$+28°\ 45'$	Возможно изменение блеска в период $6^1/_2$ дней на 0,3 величины.
σ *Sagittarii* . . .	$18^h\ 50{,}4^m$	$-26°\ 23'$	Яркость по оценке различных наблюдателей в пределах 2—4 вел.
π *Sagittarii* . . .	$19^h\ 5{,}2^m$	$-21°\ 9'$	Вероятно, длинный период.
Anonyma Sagittarii	$19^h\ 9{,}1^m$	$-12°\ 26'$	Яркость между 5 и 7-й величиной.
Anonyma Aquilae	$19^h\ 8{,}7^m$	$+5°\ 22'$	Яркость в пределах 6—7,5 велич.
β *Cygni*	$19^h\ 27{,}7^m$	$+27°\ 48'$	Колебание блеска в пределах 3,3—3,9. Красноватый оттенок также изменяется.
51 *Sagittarii* . . .	$19^h\ 21{,}1^m$	$-24°\ 54'$	Колебание блеска в пределах 5,3—6,7 величины.
Anonyma Vulpeculae	$19^h\ 49{,}1^m$	$+24°\ 48'$	Колебания блеска возможны в пределах 5,6—6,8 величины.
α *Delphini* . . .	$20^h\ 36{,}1^m$	$+15°\ 39'$	В период 14-ти дней изменение блеска на 5 степеней.
f^2 *Cygni*	$21^h\ 4{,}3^m$	$+47°\ 21'$	Возможны колебания блеска между 4,7—6 вел. в период 5-ти лет.
33 *Capricorni* . .	$21^h\ 19{,}6^m$	$-21°\ 10'$	

	1925 α	δ	
ε *Pegasi*	$21^h\,40{,}5^m$	$+\ 9°\ 32'$	Вероятный период 26 дней.
Anonyma Lacertae	$22^h\,10{,}9^m$	$+\ 39°\ 19'$	Колебание блеска между 4,5 до 5,4 в период 26 дней.
ζ *Piscium austr.* .	$22^h\,26{,}5^m$	$-\ 26°\ 29'$	5,6—7 величины.
Anonyma Aquarii	$23^h\,13{,}7^m$	$-\ 12°\ 9'$	6—7 величины.
ψ^3 *Aquarii*	$23^h\,14{,}8^m$	$-\ 10°\ 2'$	Период очень длинный.
Anonyma Aquarii	$23^h\,28{,}3^m$	$-\ 11°\ 26'$	
19 *Piscium* . . .	$23^h\,42{,}3^m$	$+\ 3°\ 3'$	Изменение блеска весьма вероятно. Пределы: 4,8—7,0 велич.
80 *Pegasi*	$23^h\,47{,}4^m$	$+\ 8°\ 53'$	По различным оценкам звезда эта 5,8, 6,7, 5,5 и 6,5 величины. Изменение блеска весьма вероятно.

При исследовании переменных звезд весьма полезно иметь под руками ежегодник *Annuaire* . . . publié par le bureau des longitudes (prix 1 fr. 50 c.), в котором, кроме подробного каталога переменных звезд, найдем также различного рода *эфемериды* maximum'ов и minimum'ов, или Ежегодник Р. Астр. Общества, а также Р. Астр. Календарь.

Укажем также издания, которые могут служить руководствами.

Fr. W. Argelander, Aufforderung an Freunde der Astronomie zur Anstellung von ebenso interessanten und nützlichen, als leicht auszuführenden Beobachtungen über mehrere wichtige Zweige der Himmelskunde. Jahrbuch für 1844, herausgegeben von Schumacher.

Fr. W. Argelander, Beobachtungen und Rechnungen über veränderliche Sterne, Bonn 1869.

С. Глазенап, Наблюдения переменной β Persei. Приложение к XXXVII тому записок Академии Наук № 2. 1880.

С. Глазенап, О наблюдении переменных звезд. — Известия Русского Астрономического Общества. Выпуск I. 1892 года.

С. Глазенап, Переменная звезда Y Cygni. Ibidem. Выпуск III.

С. Глазенап, Наблюдения над блеском переменной звезды η Aquilae. Ibidem. Выпуск III.

С. Глазенап, Наблюдения над изменением блеска переменной звезды β Lyrae. Ibidem. Выпуск V. Апрель.

С. Глазенап, Друзьям и любителям Астрономии. Гл. VIII и IX.

Hagen, Atlas stellarum variabilium. Особенно серия V, в которой приведены наиболее яркие звезды.

В 1903 г. была открыта переменная звезда в созв. Б. Медведицы, с довольно большим колебанием яркости (от 7,9 велич. до 8,6) и чрезвычайно коротким периодом — всего 4 часа. Положение этой звезды:

$$\alpha = 9^h\,38{,}14^m \qquad \delta = +56°\,17'.$$

Не менее интересна звезда W Andromedae, найденная Андерсоном в конце 1898 г. Изменение ее яркости происходит в пределах 5 звездной величины. По наблюдению Hartwig'a, звезда в 1903 г. марта 7 была 6.5 вел., а в минимуме она ниже 11-й, т. е. в 100 раз слабее. Ее положение:

$$\alpha = 2^h\,12{,}7^m \qquad \delta = +43°\,50'.$$

ГЛАВА XX.

Цветные звезды.

Говоря о двойных звездах, мы указали, между прочим, что многие из них окрашены в различные цвета. Но цветные звезды попадаются и отдельно, — правда, за исключением зеленых и голубых. Особенно часто встречаются красные звезды. В некоторых звездах окраска заметна для невооруженного глаза. Мы ясно видим, например, красный оттенок в блеске Антареса, Альдебарана, Бетейгейзе, Арктура. Наоборот, Polaris, Капелла, Поллукс представляются нам желтыми, Сириус, Вега и Процион — несомненно белыми.

По большей части, впрочем, цвет звезды можно распознать только в трубу. Конечно, не надо ожидать интенсивных цветов. Окраска всегда сравнительно невелика, и нужен особенно чувствительный глаз для ее оценки. Во многих случаях возможны и противоречивые впечатления. Способность воспринимать цвета с упражнением увеличивается, но при этих исследованиях нужно всегда быть очень осторожным.

Среди цветных звезд много переменных. В некоторых случаях констатированы также *изменения* цветов. α Ursae Majoris периодически изменяет в течение 5 недель желтый цвет на красный. Изменение блеска является поэтому иногда только кажущимся, вследствие изменения цвета, на что мы указывали уже выше.

Но в некоторых случаях изменение яркости идет действительно параллельно с изменением цвета. Причина последнего явления таким образом лежит в атмосфере светила, а не в нашем глазу. Между прочим изменение цвета при уменьшении яркости было констатировано Osthoff'ом для Альголя (Astr. Nachr. Band 165, S. 60).

Возможны вековые изменения цвета звезд. Сириус, например, в настоящее время совершенно белый, а во времена Птоломея он считался красной звездой.

Для точной оценки цвета звезды необходимо сравнить ее, как мы упоминали в очерке о двойных звездах, с ближайшей *белой* звездой. Klein

советует при таких наблюдениях окуляр несколько сдвигать с точной установки по глазу так, чтобы звезда представлялась небольшим кружочком.

Способ наблюдения цветных звезд аналогичен способу Аргеландера для наблюдений переменных звезд. Цвета оцениваются цифрами. Klein, например, вводит 6 степеней, оценивая желтую звезду баллом 0, кроновую — 1, красновато-желтую — 2, желтовато-красную — 3, слабо-красную — 4 и интенсивно-красную — 5.

Образцами могут служить следующие его оценки:

γ Aquilae	3,4
γ Andromedae . . .	2,9
β Andromedae . . .	2,7
β Ursae min. . . .	3,1
γ Draconis	3,4
γ Leonis	3,0
α Tauri	2,6

Выше мы указали на одну переменную звезду, отличающуюся интенсивно-красным цветом, так-называемую *гранатовую* — *μ* Cephei.

Еще более красной является *R Leporis*. Эта звездочка слабенькая, но весьма интересная. Она также переменная. Ее блеск изменяется в период 438 дней от 6,5 до 8,5 велич. Иногда он доходит до 6-ой велич. Мы легко найдем ее, продолжая линии, соединяющие *γ* с *β* Orionis и *α* с *μ* Leporis.

Приводим по каталогу Chambers'a наиболее интересные *красные* звезды, относя положения звезд к 1925 году.

Звезда	*α*	*δ*	Велич.	Цвет; замечания
δ Andromedae	0h 35m 19s	+ 30° 27,0′	3,3	золотисто-желтая.
η Ceti . . .	1h 4m 49s	— 10° 34,8′	3,5	прекрасная, золотисто-желтая.
— *Piscium*	12m 0s	+ 25° 21,3′	7	огненно-красная.
ν Piscium . .	36m 26s	+ 5° 0,1′	5	оранжевая.
— *Cassiopejae*	50m 14s	+ 69° 45,2′	8	огненно-красная.
γ Andromedae	59m 17s	+ 41° 58,2′	2,3	золотисто-желтая, с голубым спутником.
α Arietis .	2h 2m 56s	+ 23° 16,5′	2	золотисто-желтая.
α Tauri . .	4h 31m 37s	+ 16° 21,5′	1	красно-оранжевая.
R Leporis .	56m 35s	— 14° 55,3′		Пер. несомненно красная (алая).
— *Aurigae*	6h 31m 25s	+ 38° 30,3′	6	огненно-красная.
— *Monocerotis*	7h 3m 14s	— 7° 27,0′	8	ярко-красная.
δ Canis Maj.	7h 5m 20s	— 26° 16,4′	2,0	
β Cancri . .	8h 12m 27s	+ 9° 25,1′	4	красно-желтая.
— *Hydrae* .	10h 33m 47s	— 12° 54,6′	5,5	огненно-красная. Переменная.
ν Urs. Majoris	11h 14m 26s	+ 33° 30,2′	3,8	золотисто-желтая.
ε Corvi . .	12h 6m 16s	— 22° 12,2′	3	красно-оранжевая.
— *Virginis*	21m 25s	+ 1° 12,0′	8,3	ярко-красная. Переменная?
γ Comae Beren.	23m 12s	+ 28° 41,3′	4,8	золотисто-желтая.

Звезда	α	δ	Велич.	Цвет; замечания
α *Bootis* . .	14h 12m 14s	+ 19° 34,2′	1	желтая.
— *Bootis* .	20m 28s	+ 8° 24,1′	7	оранжевая. Цвет изменяется?
ε *Bootis* . .	41m 46s	+ 27° 21,1′	2,5	золотисто-желтая.
β *Ursae minoris*	50m 54s	+ 74° 27,8′	2	золотисто-желтая. Переменная?
ϱ *Serpentis*.	15h 48m 0s	+ 21° 12,1′	5,8	светло-оранжевая.
δ *Ophiuchi*.	16h 10m 25s	— 3° 30,2′	2,8	красно-оранжевая.
ν^2 *Coronae bor.*	19m 33s	+ 33° 59,5′	5	оранжевая.
ν^1 *Coronae bor.*	19m 41s	+ 33° 52,4′	5	оранжевая.
α *Scorpii* .	24m 48s	— 26° 16,0′	1	огненно-красная.
α *Herculis* .	17h 11m 13s	+ 14° 28,5′	3,5	оранжевая.
—*Ophiuchi*	25m 24s	— 19° 24,9′	8,0	глубоко-красного цвета.
γ *Draconis* .	54m 52s	+ 51° 30,0′	2,5	оранжевая.
109*Herculis*	18h 20m 29s	+ 21° 44,0′	4	золотисто-желтая.
— *Sagittarii*	28m 27s	— 14° 55,0′	5,8	огненно-красного, а по другим наблюд. золотисто-желтого.
— *Lyrae* .	29m 40s	+ 36° 56,4′	8	ярко-красная. Переменная.
12 *Aquilae*	57m 38s	— 5° 50,5′	4	оранжевая. Переменная?
— *Aquilae*	19h 0m 23s	— 5° 47,9′	7,5	огненно-красная.
3 *Cygni* . .	19h 22m 21s	+ 24° 46,9′	6	оранжевая.
— *Draconis*	24m 20s	+ 76° 25,1′	6,5	огненно-красная. Переменная.
β *Cygni* . .	27m 42s	+ 27° 48,1′	3	желтая, с голубым спутником. Переменная?
66 *Aquilae*	20h 9m 23s	— 1° 14,3′	5,8	оранжевая.
o' *Cygni*. . .	11m 16s	+ 46° 31,8′	3,8	слабо-золотистый оттенок, голубой спутник.
α^1 *Capricorni*	13m 50s	— 12° 42,2′	4,5	золотисто-желтая.
α^2 *Capricorni*	13m 54s	— 12° 46,7′	3,8	золотисто-желтая.
70 *Aquilae*	32m 48s	— 2° 50,0′	5,3	оранжевая.
ε *Cygni* . .	43m 11s	+ 33° 41,1′	2,8	золотисто-желтая.
2 *Pegasi*. .	21h 26m 26s	+ 23° 18,5′	4,8	светло-оранжевая.
ε *Pegasi*. .	40m 30s	+ 9° 31,7′	2,5	оранжевая. Возможно, что переменная.
μ **Cephei**. .	41m 10s	+ 58° 25,0′	4,6	интенсивно красно-оранжевая.
— *Aquarii*	42m 38s	— 2° 33,3′	6,5	красная. Переменная?
— *Cephei* .	54m 28s	+ 63° 15,6′	5,3	огненно-красная.
τ^2 *Aquarii* .	22h 46m 38s	— 13° 59,4′	4	оранжевая. Переменная?
β **Pegasi**. .	23h 0m 8s	+ 27° 40,5′	2,5	золотая.
55 *Pegasi* .	3m 11s	+ 9° 0,1′	4,5	глубоко-желтая.
8 *Andromedae*	12m 15s	+ 48° 36,3′	5	золотисто-желтая.
19 *Piscium* —	42m 33s	+ 3° 3,8′	5,3	красная. Возможно, что переменная.
ψ *Pegasi* . .	53m 56s	+ 24° 43,6′	4,5	красновато-желтая.
R Cassiopejae	54m 34s	+ 50° 57,8′	5—12	весьма красная.
30 *Piscium*	58m 6s	— 6° 26,1′	4,5	огненно-красная.

Krüger придерживался при своих наблюдениях шкалы Schmidt'a, который оценивал совершенно белую звезду баллом 0, совершенно желтую — 4, оранжевую — 6, совершенно красную — 10. Osthoff употребляет такую шкалу:

Степень	Цвет	Степень	Цвет
1	чисто-белый.	6	красновато-желтый.
2	желтовато-белый.	7	красный и желтый, в одинаковой степени.
3	желтый и белый, в равной степени.	8	желтовато-красный,
4	беловато-желтый.	9	чисто-красный.
5	чисто-желтый.		

ГЛАВА XXI.

Звездные скопления.

Между доступными звездными скоплениями бесспорно первое место по красоте и количеству отдельных звезд принадлежит *куче в созвездии Персея* ($\alpha = 2^h\ 14^m$, $\delta = +56°\ 49'$). Эта куча видна уже простым глазом, как слабый туман, близ звезды η Persei, по направлению от нее к созвездию Кассиопеи. В бинокль она разделяется на звезды. Но то, что увидим мы в темную ясную ночь через трубу, хотя бы дюйма в три диаметром, не подлежит описанию. Все поле усыпано, как бисером, мелкими звездочками различной яркости в различных комбинациях. Собственно две кучи — одна красивее другой. Они обозначаются буквами χ и h.

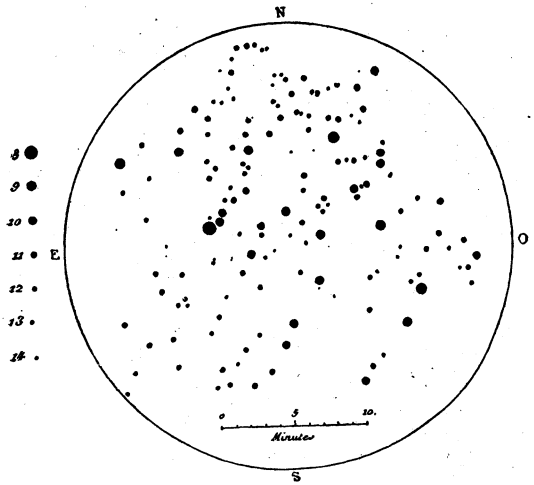


Рис. 86.

Лично мы никогда не можем смотреть без восторга на эту чудную, дивную звездную панораму.

При Луне и в сумерки, на светлом фоне, куча теряет много. Нет и намека на прежнюю красоту—не стоит смотреть. Это общее правило. Его нужно помнить и по отношению к другим кучам.

Кучу Персея рекомендуем смотреть через самый слабый окуляр, с увеличением 25—30, чтобы обе группы были в поле зрения.

Для того, чтобы ослабить в случае нужды светлый фон неба, можно, пожалуй, привинтить увеличение побольше. Звезды будут тогда казаться более яркими, но они будут и более раздвинуты, а это уменьшает красоту зрелища.

Интересно подобное же скопление в *Близнецах* к северо-западу от η *Geminorum* ($\alpha = 6^h\ 4^m$, $\delta = +24°\ 20'$), хотя оно много меньше и состоит из более слабых звезд, чем куча Персея (рис. 86). Его мы должны искать с помощью бинокля, а еще лучше, конечно, с помощью трубы-искателя, если таковая окажется.

Красивы *Плеяды* (в созвездии Тельца). Они отличаются разбросанностью и яркостью звезд. Звезд 6—8 видно простым глазом. В трубе их несравненно больше, а на фотографиях братьев Henry можно насчитать целые сотни.

Плеяды известны каждому. Эта кучка звезд ясно выделяется на темном осеннем и зимнем небе. В народе Плеяды зовутся *Стожарами*.

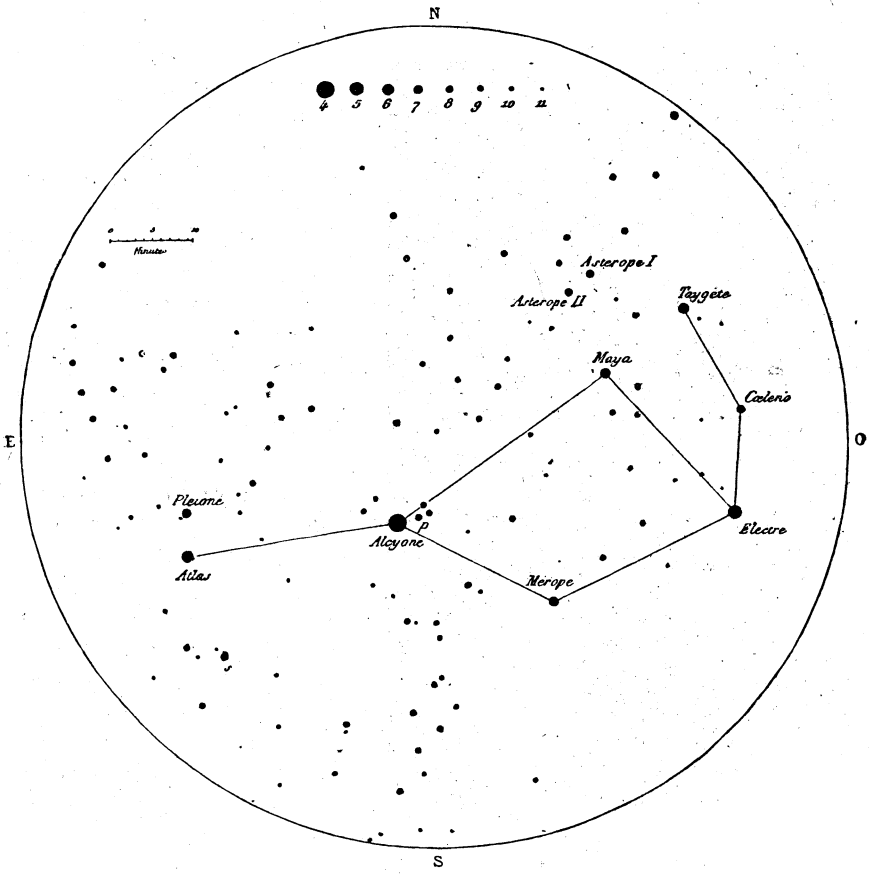


Рис. 87.

Наиболее яркие звезды носят названия:

№ 1	Plejone . . .	6-й	велич.
» 2	Atlas	4-й	»
» 3	Alcyone . . .	3-й	»
» 4	Merope . . .	5-й	»
» 5	Elektra . . .	4-й	»
» 6	Celeno	6-й	»
» 7	Taygeta . . .	5-й	»
» 8	Maja	5-й	»

Альциона звезда кратная. Около нее мы увидим в трубе небольшой треугольник из слабых звезд (рис. 87).

Укажем в том же созвездии Тельца на группу *Гиад*, широко раскинувшуюся по небу.

В созвездии *Рака*, как раз на половине расстояния между фигурами, по которым узнаются созвездия Близнецов и Льва, нормальный глаз легко найдет большое туманное пятно, в трубе разделяющееся на звезды (несколько вправо от линии, соединяющей γ и δ Cancri). Это звездное скопление носит название *Praesepe* (Ясли). В нем звезды раскинуты широко. Много между ними двойных.

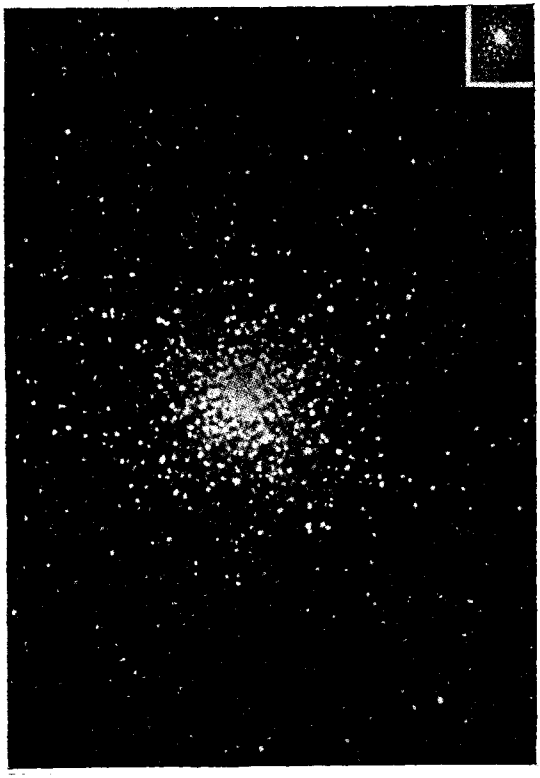


Рис.. 88. Звездное скопление в Геркулесе (Gen. Cat. 4230) — по фотографии бр. Henry. Справа вверху представлен снимок в тех размерах, как он был получен непосредственно на фотогр. пластинке.

Но есть и другого рода звездные скопления — более сплоченные, которые в малые трубы на звезды не разделяются, а остаются туманностями. Таково, например, известное скопление в созвездии *Геркулеса* ($\alpha = 16^h\ 39^m$, $\delta = +36°\,36'$). Оно находится как раз на $\frac{1}{3}$ расстояния между звездами η и ζ Herculis, ближе к η. (Чуть-чуть к западу от линии $\eta\zeta$). В бинокль оно представится в виде маленького туманного пятнышка. В 5-дюймовую трубу с большим увеличением оно разделяется по окружности; видны отростки из отдельных звезд, расходящиеся в стороны от туманного центра. В десятидюймовой трубе все поле усеяно мелкой звездной пылью. Гершель насчитал здесь до 10,000. Эта куча является главным представителем *шарообразных* скоплений (черт. 88).

Интересно в Геркулесе еще одно звездное скопление несколько вправо от линии, соединяющей π и τ Herculis ($\alpha = 17^h\ 15^m$, $\delta = +43°\,11'$).

Укажем также и другие, более или менее, интересные звездные скопления, отметив их положения для 1925 года[1]):

В созвездиях:

Aquarius

При $\alpha = 21^h\ 30^m$, $\delta = -1°\,10'$. — В трубу диаметром $3^1/_2$ дюйма имеет вид *гранулированного* тумана, величиной 5′—6′ с слабыми звездоч-

[1]) Положения предыдущих также даны для 1890 года.

ками на восточном крае. В 6-дюймовую трубу разлагается на мириады слабых звездочек (рис. 89 и 90).

Aquila.

$\alpha = 18^h\,54^m, \delta = +10^\circ\,13'$. Небольшое, но дастаточно яркое и легко разделяемое звездное скопление.

Argo Navis.

$\alpha = 7^h\,39^m$, $\delta = -14^\circ\,15'$. — Большая, 15′ в диаметре, светлая группа. Ей предшествует в суточном движении двойная звезда 7-й величины, другая двойная звезда в середине кучи.

$\alpha = 7^h\,38^m$, $\delta = -14^\circ\,28'$. — Куча из очень слабых звезд. Самая яркая звезда 10-й величины.

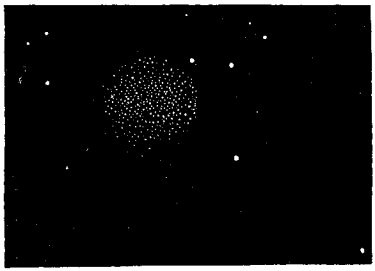


Рис. 89. Звездное скопление в созвездии Aquarius, Gen. Cat. 4678 (в среднюю трубу.)

Auriga.

Два интересных звездных скопления лежат почти симметрично относительно прямой, соединяющей β Tauri и δ Aurigae. Одно справа от этой линии, как раз на половине, другое слева — немного ближе к δ Aurigae.

Первое ($\alpha = 5^h\,31^m, \delta = +34^\circ\,6'$) состоит из звезд 7—11 величины и имеет в диаметре 9′, второе $\alpha = 5^h\,47^m, \delta = +32^\circ\,33'$ слабее, но больше и красивее. Оно состоит из 500 звезд 10—12 величины. Диаметр его 20′. В бинокль оно представляется звездой 6-й величины.

Несколько выше и вправо ($\alpha - 5^h\,23^m, \delta = +35^\circ\,44'$) от этих двух скоплений мы легко найдем третье довольно большое и яркое, главные звезды которого образуют нечто в роде креста. Много двойных звезд.

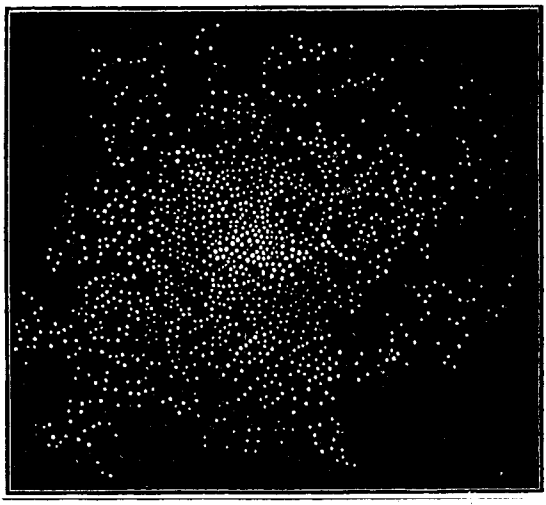


Рис. 90. Звездное скопление в созвездии Aquarius, Gen. Cat. 4678 (в могущественный телескоп).

Camelopardalis.

$\alpha = 4^h\,2^m, \delta = +62^\circ\,10'$. — Густо скученное звездное скопление.

Cancer.

Кроме Praesepe в этом созвездии интересно звездное скопление, положение которого определяется величинами $\alpha = 8^h\,47^m$ и $\delta = +12^\circ\,9'$ (немного вправо от α Canri) — весьма удобный об'ект для наблюдения в трубу дюйма $3^1/_2$ в диаметре. Оно заметно уже в карманную подзорную трубу и в искатель. Число звезд до 200 от 8 до 12-й величины.

Canes venatici.

$\alpha = 13^h\,39^m$, $\delta = +28°\,45'$. — Прекрасная куча звезд, но трудно разрешимая. В хорошую 4-дюймовую трубу она разделяется по краям.

Canis Major.

$\alpha = 6^h\,44^m$, $\delta = -20°\,40'$. — Градуса 4 ниже Сириуса; может быть найдено простым глазом, как слабое пятно. В искатель является несомненно кучей звезд. При слабом увеличении представляет прекрасную картину. Почти в середине кучи видна красноватая звездочка.

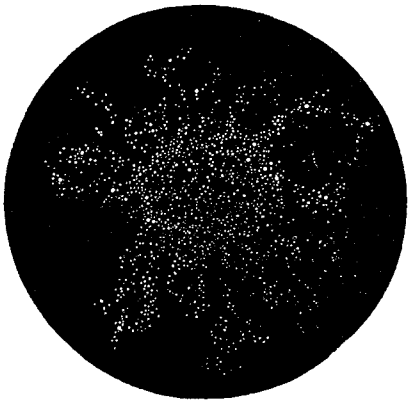


Рис. 91. Звездное скопление в Кассиопее. Gen. Cat. 5031.

$\alpha = 7^h\,14^m$, $\delta = -15°\,29'$, в 4° на восток от звезды γ, богатое скопление, открытое Каролиной Гершель, состоит из звезд 10-й величины.

Cassiopeja.

$\alpha = 1^h\,28^m$, $\delta = +60°\,18'$. Красивая куча между ε и δ. Звезды от 7 до 9 величины, между ними одна двойная.

$\alpha = 23^h\,54^m$, $\delta = +56°\,19'$. — Нежное облако слабых звездочек, почти посередине между ϱ и σ Cassiopejae, — открыто Каролиной Гершель (рис. 91).

Libra.

$\alpha = 15^h\,15^m$, $\delta = +2°\,20'$. Разделяется только в большие трубы (8 дюймов). В малые трубы при слабом увеличении является туманностью с небольшими отдельными звездочками по краям. Диаметр 7′—8′.

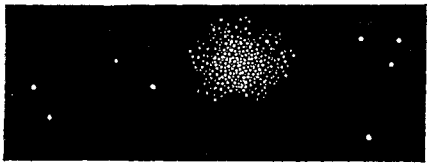


Рис. 92. Звездное скопление в Пегасе. Gen. Cat. 4670.

Monoceros.

$\alpha = 6^h\,27^m$, $\delta = +5°\,0'$. Красивое звездное скопление, которое разделяется уже в небольшие трубы и заметно даже простым глазом. Звезды от 6,5 до 11 величины.

$\alpha = 6^h\,49^m$, $\delta = +0°\,34'$. — Яркое звездное скопление, разделяющееся на три части.

$\alpha = 7^h\,00^m$, $\delta = -8°\,17'$. — Блестящее звездное скопление, довольно раскинутое, 30′ в диаметре.

Ophiuchus.

$\alpha = 17^h\,52^m$, $\delta = -18°\,59'$. — Рассеянная группа из 100 звезд 9—11 величины, интересная при малом увеличении.

Pegasus.

$\alpha = 21^h\,24^m$, $\delta = +11°\,50'$. — Небольшое, уплотненное скопление (рис. 92).

Perseus.

Кроме описанных куч: χ и h, в Персее есть еще одна довольно интересная группа звезд почти на половине расстояния между Альголем и γ Андромеды (ближе к Альголю): $\alpha = 2^h\,38^m$, $\delta = +61°\,13'$. В темную ночь его можно найти простым глазом. Всего до 120 звезд от 7 до 10,5 величины. Для малых труб это одно из более доступных звездных скоплений.

Sagittarius.

$\alpha = 17^h\,59^m$, $\delta = -24°\,23'$. — Видимо простым глазом или в бинокль, в трубу средних размеров весьма интересно, неправильной формы и довольно большое.

$\alpha = 18^h\,14^m$, $\delta = -18°\,27'$. На $2^1/_2°$ севернее звезды μ Sigittarii, состоит из 100 больших и малых звезд, в небольшие трубы является матовым пятном.

Scutum Sobiesii.

$\alpha = 18^h\,47^m$, $\delta = -6°\,22'$. — Уже в трубу $3^1/_2$ фута диаметром представляет интересное зрелище. Он состоит из многих маленьких звездочек, расположенных группами.

Vulpecula.

$\alpha = 20^h\,9^m$, $\delta = +26°\,16'$. — Большое, яркое звездное скопление, хорошо видимое в небольшую трубу. Одна звезда 6-й величины и более 100 других до 13-й величины.

Lacerta.

$\alpha = 22^h\,12^m$, $\delta = +49°\,32'$. Рассеянное зв. скопл., открытое Каролиной Гершель. Диаметр 8′, много звезд 8-й величины, интересна двойная звезда с расстоянием компонентов в 9″.

ГЛАВА XXII.

Туманности.

Для наблюдений с обыкновенными оптическими средствами туманности, вообще говоря, мало пригодны.

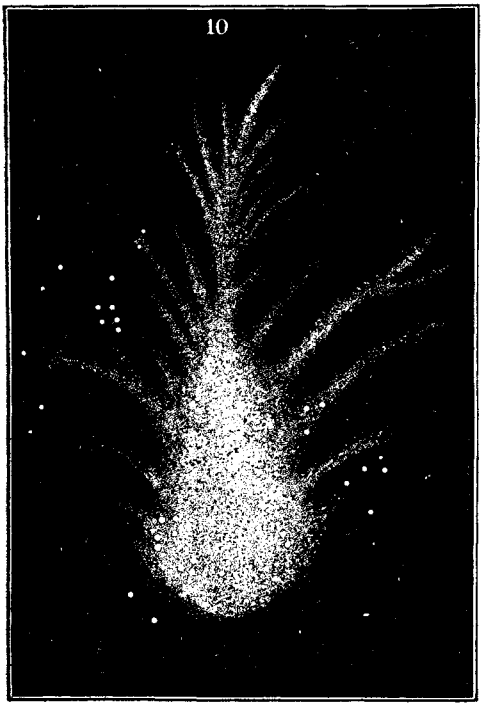


Рис. 93. Ракообразная туманность в созвездии Taurus. Gen. Cat. 1157 (по Россу).

Большинство из них слишком слабы.

Только в могущественные телескопы, в роде гигантского рефлектора Росса, можно было различить подробное их строение и причудливую форму, которая наводит на высокие размышления о существовании далеких *звездных* систем и о характере тех процессов, которыми созидаются новые миры.

В малые трубы даже наиболее яркие туманности являются слабыми матовыми пятнами, без каких-либо особенно интересных подробностей. Так, например, знаменитая *ракообразная* туманность в *Тельце* ($\alpha = 5^h\,30^m$, $\delta = +21^\circ\,58'$), которая в телескоп Росса была видна с многочисленными придатками, как показано на рис. 93-м, в трубу средней силы является небольшим овалом серого монотонного цвета (рис. 94).

Спиральная туманность в созвездии *Борзых Собак* ($\alpha = 13^h\,26^m$, $\delta = +47^\circ\,38'$) в среднюю трубу имеет вид как на рис. 95-м, между тем как в телескопе Росса видно было отчетливо ее строение (рис. 96).

Для наблюдений туманностей в общем более пригодны слабые увеличения, и во всяком случае их можно рекомендовать для первого знакомства

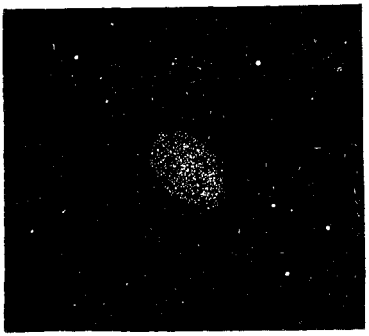


Рис. 94. Ракообразная туманность в созвездии Taurus. Gen. Cat. 1157 (в среднюю трубу).

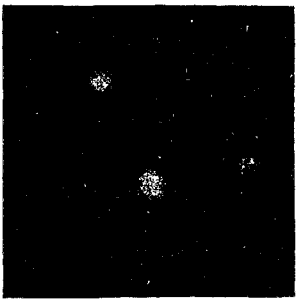


Рис. 95. Спиральная туманность в созвездии Can. Venat. Gen. Cat. 3572 (в среднюю трубу).

с предметом. Конечно, прежде чем искать туманность, нужно предварительно точно уставить окуляр по глазу с помощью какой-нибудь звезды. По самой туманности сделать этого мы не сумеем.

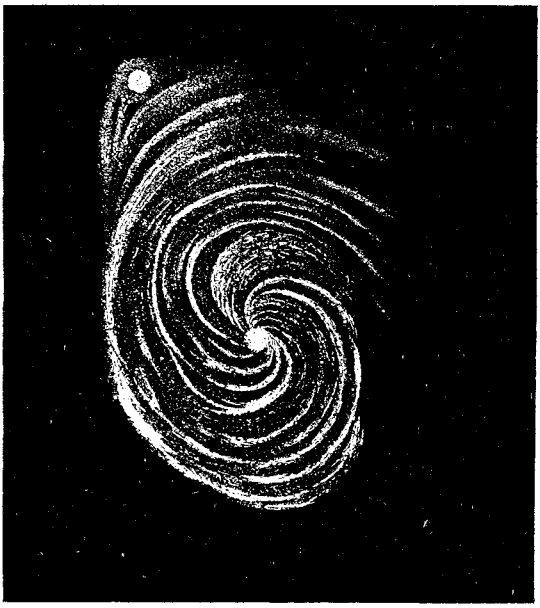


Рис. 96. Спиральная туманность в созвездии Canes Venatici Gen. Cat. 3572 (в гигантский телескоп Росса).

Нужно предохранять глаз от постороннего света и лучше обходиться совсем без фонаря.

Кроме указанных, назовем некоторые из тех туманностей, которые наиболее доступны для небольших труб и наиболее интересны при благоприятных условиях. Величины α и δ, определяющие их положения, дадим для 1925 года:

Созвездие **Andromeda.**

Поднимаясь от β Andromedae в направлении, перпендикулярном к прямой, проходящей через звезды γ, β, α, мы найдем несколько вправо от звезды ν туманность, которая хорошо видна невооруженным глазом. В небольшую трубу она имеет $1^1/_2{}^\circ$ в длину и 1° в ширину. В центре усиление блеска. Особенных подробностей не видно. Спектроскоп давно



Рис. 97. Туманность в Андромеде, по фотогр. Робертса.

показал нам, что эта туманность звездная. На фотографиях Робертса ясно видно, что эта система состоит из ряда колец, обнимающих одно другое. В 1885 году в центре туманности появилась звездочка, которая скоро погасла. Положение туманности определяется величинами $\alpha = 0^h 38^m$ и $\delta = +40^\circ 46'$. Немного к югу от нее находится другая, значительно меньшая туманность, которая в небольшие трубы имеет вид туманной звезды. (Рис. 97).

Aquarius.

$\alpha = 21^h 0^m$, $\delta = -11^\circ 38'$ — около звезды ν Aquarii. В 4-дюймовую трубу является *планетарной*, как звезда 6-й величины, когда последняя не в фокусе, с голубым отблеском.

Cygnus.

$\alpha = 20^h 43^m$, $\delta = +30^\circ 29'$. Большой и неправильной формы туман проходит через 52 Cygni.

Leo.

$\alpha = 11^h\,17^m$, $\delta = +13°\,28'$. — Два тумана, между которыми несколько звезд. Блеск одного равен блеску звезды 9-й величины, другого — 10-й. Оба имеют форму эллиптического кольца, внутри которого видно ядро

Lyra.

$\alpha = 18^h\,50^m$, $\delta = +32°\,56'$. — На $\frac{1}{3}$ расстояния между β и γ (ближе к β) — одна из самых интересных туманностей. Она имеет вид небольшого колечка, напоминающего те кольца из дыма, которые некоторые искусники

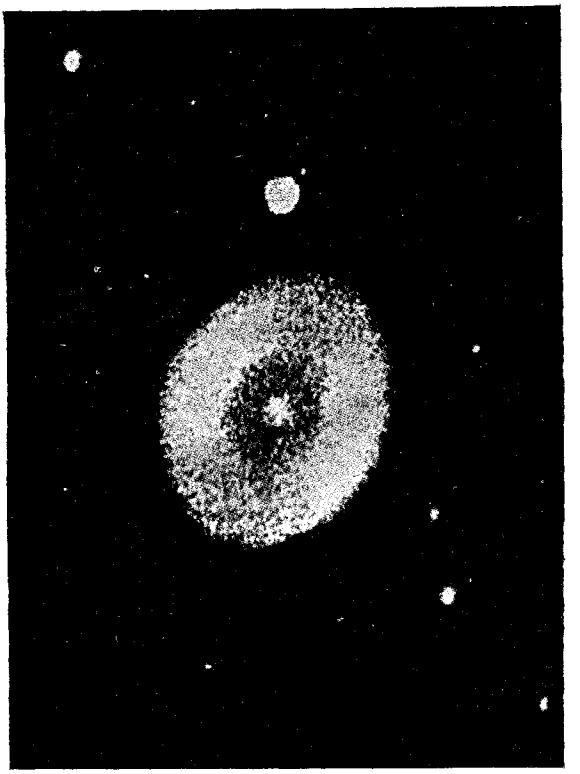


Рис. 98. Туманность в Лире по фотографии.

умеют выпускать при курении. Видимый диаметр его приблизительно равен диаметру Юпитера. Уже в слабые трубы заметна эллиптичность (рис. 98).

Orion.

$\alpha = 5^h\,30^m$, $\delta = -5°\,27'$. — Наиболее интересная и доступная. Это — самая красивая туманность на всем небе.

Наиболее светлая центральная часть в виде 4-угольника. К одной стороне его видна кратная звезда — ϑ Orionis, называемая *трапецией*, так как в трубу она разделяется на 4 звезды, образующих фигуру трапеции. В сильные телескопы здесь видно еще две маленькие звездочки. Интересно

большое черное углубление, свободное от светящейся туманной массы. Несколько к северу (туманность на рисунке 99-м представлена так, как она является в астрономической трубе) виднеется еще небольшая туманность вокруг яркой звезды, как бы оторванная от главной массы.

Туманность Ориона легко найти биноклем. Она окружает среднюю из трех звезд, которые ясно выдаются на одной прямой $\iota\vartheta$c.

Sigittarius.

$\alpha = 18^h\,17^m$, $\delta = -16^c\,14'$ — яркая туманность, видима в искатель,

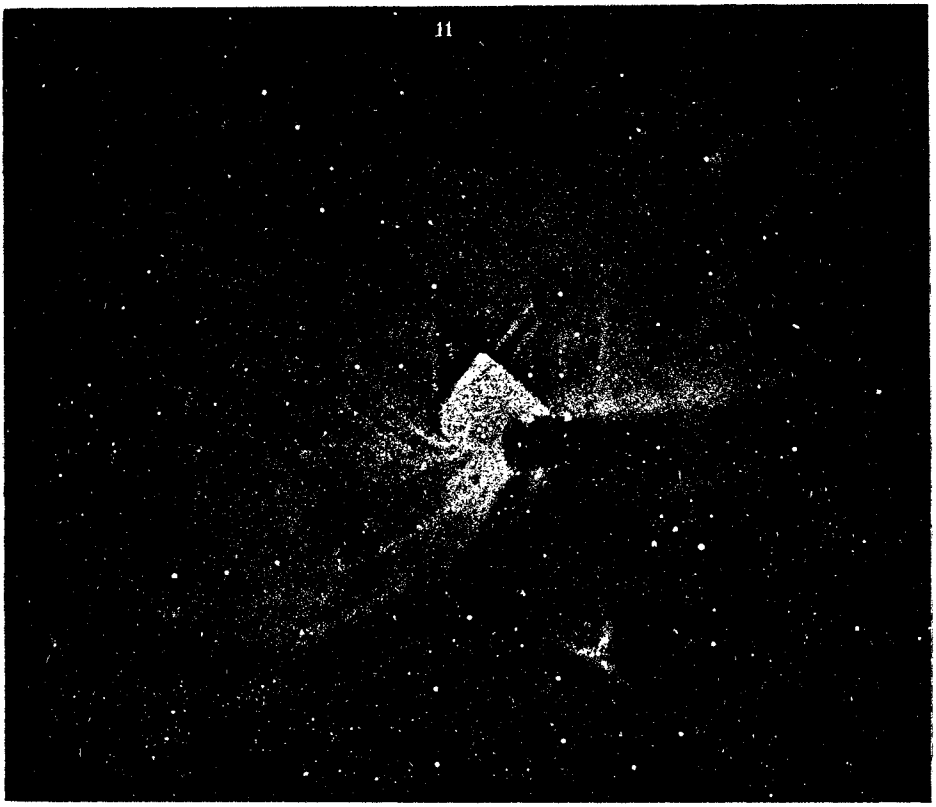


Рис. 99. Туманность в созвездии Ориона.

подковообразной формы. В большие трубы она больше походит на греческую букву *омега*, отсюда и название **Омега-туманность.**

Ursa Major.

$\alpha = 9^h\,49^m$, $\delta = +69°\,25'$. На линии, соединяющей d Ursae Maj. и λ Draconis, на расстоянии $\frac{1}{3}$ этого протяжения от d Urs. Maj. — Две узкие туманности с ядрами на расстоянии 30′ одна от другой. Передняя светлее, — в длину 15′.

$\alpha = 11^h\,10^m$, $\delta = +55°\,25'$. Планетарная туманность, 2,7′ в диаметре, равномерно освещена на всем протяжении.

Triangulum.

$\alpha = 1^h\,29^m$, $\delta = +\,30°\,17'$. Большая круглая, с уплотнением в центре, доступна малым трубам.

Virgo.

$\alpha = 12^h\,15^m$, $\delta = +\,15°\,49'$. Почти в точке пересечения линий: γo и $\delta\pi$ — по Россу, *спиральная;* в малые трубы довольно слаба.

Vulpecula.

$\alpha = 19^h\,55^m$, $\delta = +\,22°\,27'$. Яркая, видима уже в искатель, имеющая вид гимнастической гири[1]). В трубе средней силы является состоящей из двух масс, почти соприкасающихся одна с другой. Для больших труб она имеет другой вид. Обе главные массы окружены общей светлой оболочкой. Внутри видно несколько отдельных звезд. Мы прекрасно, совершенно отчетливо, видели последние в 10-ти-дюймовый рефрактор, но при большом увеличеии.

Обращаем внимание читателей на одно обстоятельство. Если для изучения деталей в строении туманностей нужны, как мы упомянули, сильные трубы или специальные астрографические инструменты, то для исследования относительного их блеска, наоборот, вполне могут быть пригодны и сравнительно малые трубы. Для этого особенно могут быть рекомендованы кометоискатели диаметром в 4—6 дюймов, с которыми можно нередко видеть и сделать столько же, как с самыми дорогими громадными телескопами.

---

[1]) По Гершелю Dumbbell-Nebula.

ГЛАВА XXIII.

Млечный Путь.

Описание. — Инструкция к систематическим наблюдениям.

Для наблюдений Млечного Пути особенно удобны темные июльские и августовские ночи. Когда нет луны и воздух прозрачен, мы можем проследить его на большом пространстве со всеми подробностями в очертании и в блеске.

В западной части небосклона мы видим две матовые полосы, которые поднимаются почти параллельно. Одна проходит через созвездие Стрельца, Орла, Стрелу, Лисицу и Лебедя, другая, прерываясь местами, через Змееносца, Лиру, вступает в Лебедя и направляясь по прямой $\beta\,\gamma$ Cygni, соединяется с первой полосой.

Пространство между ε, α и γ Лебедя представляет большую черную прогалину.

Дальше идет уже одна широкая полоса через созвездия Цефея и Кассиопею. Здесь Млечный Путь всего выше поднимается над экватором. От γ и ε Кассиопеи тянется ветвь к α Персея, которая, постепенно слабея, спускается до ε Персея. Другая главная ветвь, весьма слабая в данном месте, идет через ε, ζ и η Возничего к созвездию Единорога и дальше в южное полушарие.

Границы Млечного Пути слишком неопределены и до сих пор достаточно точно не установлены. Часто на различных картах мы встретим противоречия даже в направлении главнейших ветвей. Весьма поэтому интересно и важно заняться систематическими исследованиями очертаний Млечного Пути.

При этом придется только отмечать на карте те звезды, которые лежат по контуру. Наблюдения можно производить простым глазом, еще лучше биноклем. Но непременно в безоблачную, совершенно ясную ночь. Нужно собрать по возможности больше звезд.

Ширина Млечного Пути в различных местах различна, в некоторых 5°, в других 10°, 15° и больше.

Не трудно заметить, что Млечный Путь не на всем протяжении одинаково ярок.

Некоторые места (в Лире, Лебеде и пр.) особенно интенсивны. Рядом с ними черные прогалины.

При изучении блеска различных частей Млечного Пути нужно составить себе шкалу, отмечая 1-й наиболее светлые места, 2-мя те, которые немного темнее и т. д. Шесть степеней, по мнению Аргеландера, совершенно достаточно.

Чтобы наши наблюдения были сравнимы, они должны быть произведены при одинаковых условиях. Поэтому мы сначала изучаем одно за другим те созвездия, которые в наших странах поднимаются высоко над горизонтом: созвездие Орла, пространство между Орлом и Змееносцем, созвездие Стрелы, Лисицы, Лебедя, Цефея, Кассиопеи, Персея, Возничного, между Орионом и Близнецами, между Малым Псом и Единорогом. А после того как яркость этой части Млечного Пути изучена нами хорошо и проверена, мы переходим к югу от экватора в созвездия Большого Пса и Корабля Арго. Как раз в то время, когда эти созвездия кульминируют на севере, на такой же высоте над горизонтом стоят Лебедь и Цефей. Это обстоятельство позволит нам получить яркость тех частей Млечного Пути, которые не поднимаются высоко, независимо от влияния низких слоев атмосферы.

Часть Млечного Пути в созвездии Щита Собиевского, в южной части Змееносца, в Стрельце и Скорпионе, мы будем изучать, наблюдая одновременно Персея и Кассиопею в нижней кульминации. Наблюдения нужно повторять по возможности несколько раз и лучше сравнивать не одни и те же места, а постоянно менять порядок.

В южных странах Млечный Путь, конечно, более эффектен.

В трубе Млечный Путь разбивается на отдельные звезды, но не везде одинаково легко. Здесь не лишним будет предупредить читателя против неточности, часто встречающейся в популярных книжках. В некоторых из них утверждается, что еще Галилей в свою трубу разделил Млечный Путь на отдельные звезды, а между тем и четырехдюймовый и даже шестидюймовый рефрактор новейшей работы недостаточно силен для этого. Направив трубу в область Млечного Пути, мы, конечно, видим больше звезд, но обыкновенно это еще не те, из которых состоит самая пелена, так как последние являются для нас 14-ой, 15-ой и еще меньшей величины. Наиболее же яркие звезды только проектируются на Млечный Путь, усиливая его яркость в различных местах.

Астроном Easton справедливо замечает, что Млечный Путь есть, в некотором роде, оптическая иллюзия. Планеты, звезды и пр. изменяют, правда, свой вид в значительной степени, если мы направляем на них инструменты различной оптической силы, но они никогда не исчезают вполне, между тем это имеет место, на самом деле, для некоторых мест, повидимому, определенной и постоянной яркости в Млечном Пути.

В некоторых местах и в могущественные телескопы среди массы мелких звезд видна светлая пелена неразделившегося тумана.

Направляя телескоп в различные места Млечного Пути и сосчитывая в каждом случае число звезд в поле зрения, можно составить себе некоторое понятие о его плотности. С помощью этого простого способа проб *(черпаний)* В. Гершель показал нам строение нашего звездного мира. Чем ближе к Млечному Пути мы выберем клочек неба, тем больше мы насчитаем в поле трубы звезд. В точках, отстоящих от средней плоскости Млечного Пути на 90°, мы будем считать их единицами и даже совсем можем не встретить, в других местах — их целые десятки, а в большие телескопы даже сотни. В самом Млечном Пути звезды распределены гуще близ созвездия Орла; в противоположном направлении близ Тельца их гораздо меньше.

К исследованию Млечного Пути применяли также и фотографию, которая оказалась весьма полезной при изучении деталей, но для усвоения картины Млечного Пути в целом лучше всего наблюдения невооруженным глазом. Поэтому в последние годы внимание наблюдателей все чаще и чаще обращается к подобного рода исследованиям, чрезвычайно для нас важным при решении вопроса о строении вселенной. Между прочим, недавно вышли два атласа:

1. **Easton,** La Voie Lactée dans l'hemisphére boréal avec une preface par Bakhuyzen. Paris. 1893 г.

2. The Milky Way . . . by Otto **Boeddicker.** 1892 г.

представляющие собой результаты многолетних наблюдений почтенных ученых. Но достаточно одного беглого взгляда на таблицы этих двух атласов, раскрытых рядом друг с другом, чтобы понять, как мало еще известна нам форма Млечного Пути, как много в полученных результатах неопределенного, случайного и суб'ективного. Нельзя поэтому не пожелать, чтобы наблюдатели не пренебрегали этой областью исследований, чтобы возможно больше лиц посвятили им свои силы и время. Здесь больше, чем где либо, возможны услуги астронома-любителя. Нужны только терпение, аккуратность да небольшой навык в зарисовке нежных тонов.

В дополнение к нашему общему очерку о наблюдении Млечного Пути присоединяем инструкцию, выработанную Easton'ом, которая быть может, пригодится читателю пожелающему заняться систематическими наблюдениями.

1. Наблюдатель не должен сличать своих результатов с результатами других лиц, занимающихся теми же наблюдениями, пока не кончит совершенно свой труд[1]).

2. Начинать нужно с отожествления всех звезд, которые видны невооруженным глазом близ средней плоскости Млечного Пути.

3. Для наблюдений располагаться по возможности в таких местах, куда не проникает посторонний свет.

4. С главными очертаниями и течениями в средней плоскости можно знакомиться и тогда, когда ночь еще не совсем черна, но ясность и прозрачность воздуха являются необходимым условием. Наблюдения, полученные при худших условиях, не могут иметь решающего значения.

[1]) Сам Easton продолжал свои исследования с 1882 года до 1887, но только в 1892 он сравнил свои результаты с результатами Heis'a и Boeddicker'a.

5. Во время наблюдений всякий раз надо отметить состояние атмосферы в начале и в конце, продолжительность наблюдения, положение наблюдателя, важно указать также, насколько защищен был последний от постороннего света.

6. Наблюдатель не должен утомлять свой глаз ничем посторонним. Во время наблюдений он пользуется фонарем возможно меньше. Наблюдения должны быть прекращены как только окажется, что состояние атмосферы может испортить их результат.

7. Во время наблюдений изучают яркость такой части Млечного Пути, какой окажется удобным по обстоятельствам. Сначала нужно отдать внимание большим массам, потом исследовать детали. Если относительно деталей возникнет какое-либо сомнение, то лучше совсем опускать их, чем указать мелочи, которые могут оказаться несуществующими.

Важно прежде всего определить *относительную* яркость соседних частей, пятен и полос, выделяющих известные направления, но особенно биться над разграничением пятен от полос, по крайней мере вначале, не стоит. Не надо и тратить время на исследования слабых внешних ветвей.

8. Когда изучение деталей окажется особенно трудным, надо стараться сначала разыскать области сравнительно темные в светлой зоне. Выгодно также глаза несколько отвернуть в сторону, чтобы лучше разглядеть форму слабого предмета[1]).

9. Рисунки должны быть всегда сопровождаемы детальным описанием. Например:

«*Зона* между звездами α и $\varkappa$ . . . казалась мне *не* ровной, а скорее состоящей из клочьев . . . На запад от ν видно светлое пятно, центр которого находится на $\frac{1}{3}$ расстояния $\alpha\gamma$. Это пятно менее ярко, чем другое, меньшее, которого центр находится как раз между звездами 78 и γ. В обоих пятнах яркость быстро увеличивается к центру, края к югу очень неясны. От последнего пятна к звездам ϱ и π тянется светлый след. Эта полоса незаметно теряется к востоку; β — вне, а δ — внутри светлого пространства. Между δ и μ, на $\frac{1}{4}$ расстояния от μ — очень темное пространство . . . и т. д.»

10. Эскизы можно набрасывать белым карандашом на темной бумаге, при чем их нужно сравнивать несколько раз с небом, пока не получится достаточного подобия. (Сначала отожествить звезды.) Окончательные рисунки должны быть исполнены в одном и том же масштабе на карте Marth'a[2]).

---

[1]) Очевидно, Easton советует здесь смотреть боковым зрением, о значении которого мы говорили на стр. 171.

[2]) Marth определил положения нескольких тысяч звезд по отношению к средней плоскости Млечного Пути, так что карты, построенные по его данным, представляют изображения соседних стран Млечного Пути без всякого искривления. См. журн. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. 59.

См. также *Pannekoek*, On the Best Method of observing the Milky Way. | The Journal of the Britisch Astr. Association. Vol. VIII, p. 77, 80.
New Charts for inserting the Milky Way.

ПРИЛОЖЕНИЯ.

Определение времени и географического положения мест без помощи астрономических инструментов.

При астрономических наблюдениях весьма часто бывает необходимым знать более или менее точное время и географическое положение места.

Как ни многочисленны работы военно-топографического отдела Главного Штаба, офицерами которого определена масса пунктов в нашем обширном государстве, как ни часты сравнительно в настоящее время телеграфные станции, которые могут снабдить наблюдателя достаточно точным временем, тем не менее, вероятно, многим из читателей, особенно живущим в глуши, придется непосредственно столкнуться с решением этих вопросов. Считаем поэтому не лишним изложить здесь способ *Harzer'a* для определения времени и географического положения места без помощи астрономических инструментов, опубликованный им в журнале: *Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und Kosmischen Physik, 1896, Heft 4—5.*

При этом прежде всего заметим, что способ Harzer'a в отношении организации наблюдений действительно прост, проще даже, чем является в описании; что же касается вычислений, то для понимания *главнейших* из предложенных Harzer'ом формул необходимо знание тригонометрии.

Рис. 100 дает нам представление о всех необходимых приспособлениях. Вбиваем в землю приблизительно по вершинам квадрата четыре крепкие жерди так, чтобы они были достаточно устойчивы ($^1/_2$ аршина приблизительно в глубину) и соединяем их наверху поперечными штангами, более легкими, но крепко связанными с первыми в точках перекрещивания. По середине каждой из перекладин привязываем на веревке по кольцу, сквозь которое, соединяя попарно противоположные, пропускаем тонкие, но крепкие белые нитки. Концы каждой нитки внизу соединяем и привязываем к камню, который будет держать нить в натяжении. Мы получаем таким образом два нитяных треугольника, определяющих собой две вертикальные, взаимно перпендикулярные плоскости. Передвигая нити в кольцах, можно их так расположить, чтобы камни внизу не касались друг к другу, нигде не должно быть и касания нитей между собой. Во время ветра такая система придет, конечно, в колебание. Чтобы удержать ее

в спокойном положении, можно опустить камни в ведро с водой. Зимой придется взять воду горячую, чтобы она не замерзла во время наблюдения. Плоскости нитей должны быть, по возможности, перпендикулярны друг к другу, но положения их относительно сторон горизонта безразличны, если мы имеем в виду определить сразу и географическую широту места,

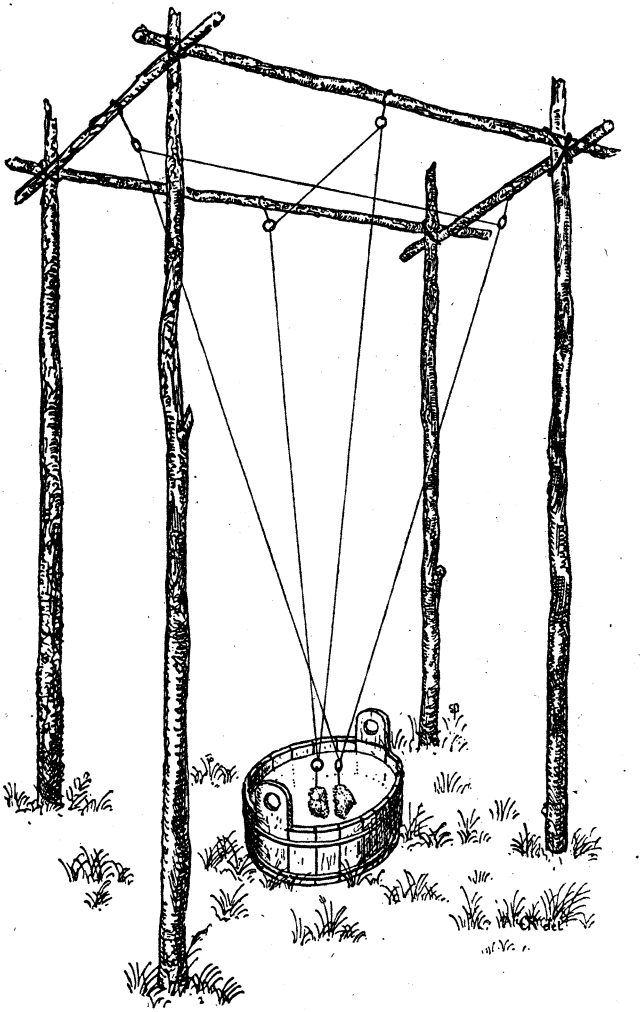


Рис. 100.

и время. Наоборот, если при известной широте ищут поправку часов или при хорошо известном времени стараются определить широту, то нужно одну плоскость нитей совместить с меридианом (приблизительно; отклонения могут доходить даже до 20°). Тогда другая плоскость будет близка к плоскости первого вертикала[1]).

[1]) См. стр. 20.

Сущность наблюдений заключается в том, чтобы заметить момент прохождения какой-либо звезды через плоскость нитяного треугольника. Для этого наблюдатель, обративши взор свой к звезде, визирует переднюю нить треугольника на заднюю или верхнюю, смотря по высоте звезды, и ждет, когда последняя в своем суточном движении пересечет эти две нити, совместившиеся для глаза наблюдателя в одну. Если звезда невысоко над горизонтом, наблюдателю придется стоять или сидеть; наоборот, если она ближе к зениту, надо будет лечь на землю. Нити освещаются при этом фонарем, поставленным сбоку на каком-либо столике.

Чтобы заметить момент прохождения звезды через нить возможно точно, Harzer рекомендует поступать следующим образом:

Как только наблюдатель убедится, что до прохождения звезды через нить осталось немного, минуты 2—3, он должен расположиться поудобнее, не подвергая ни шеи, ни туловища натяжению, чтобы оставаться, по возможности, покойным во все время наблюдения. При наблюдении высокой звезды можно кинуть на землю одеяло, плед, а под голову подложить подушку соответственной величины. Ось тела при этом должна быть

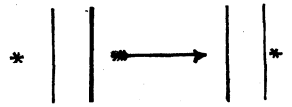


Рис. 101.

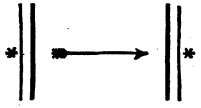


Рис. 102.

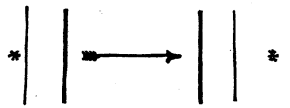


Рис. 103.

направлена, по возможности, в плоскости нитей, а голова обращена к сосуду с водой.

Защищая глаза рукой или тетрадкой от прямого действия света, стараемся *одним* глазом покрыть одну нить другой, но в таком положении наш глаз *не* оставляем, а немного и медленно, в секундные интервалы, перемещаем его в ту и другую сторону так, чтобы дальнейшая нить смещалась относительно передней на одинаковое расстояние.

Если звезда уже совсем близко к нитям, то, смещая глаз, мы будем видеть ее по ту же сторону от передней, как и заднюю нить, но при равном удалении дальнейшей нити от передней вправо и влево, расстояние звезды от дальней нити при двух крайних положениях глаза будет различно, как имеем это мы на рис. 101, где толстая черта представляет переднюю нить, тонкая — заднюю, а стрелка указывает направление движения звезды.

Чем ближе звезда подходит к нитям, тем меньше колебания глаза мы делаем, тем меньше будет и разница в расстояниях звезды от дальнейшей нити при отклонении глаза вправо и влево. Рис. 102 представляет момент, когда чувствительной разницы в этих расстояниях не замечается. Этот момент и нужно принять за момент прохождения звезды через плоскость нитей. Но наблюдения этим не кончаются, лучше последить за звездой еще немного, пока не будет замечено вновь разности в расстояниях звезды от дальней нити, на этот раз уже в противоположную сторону (рис. 103).

Чтобы не отрываться к часам во время наблюдений, надо в момент прохождения звезды через нити сказать в уме нуль и дальше считать удары часов (лежащих, конечно, неподалеку) до тех пор, пока можно будет встать и посмотреть часы. Из показаний часов в этом случае придется, следовательно, вычесть число ударов, превращенных в секунды.

Нужно наблюдать *две* звезды по разные стороны от зенита и, по возможности, не ниже, как при 40° высоты. При этом лампу, освещающую нити, надо ставить по разные стороны от плоскости нитей, т. е. если при наблюдении первой звезды наблюдатель имел лампу справа, то при наблюдении второй он должен поставить ее также справа от себя, чтобы парализовать ошибку, происходящую от одностороннего освещения. В виду этого выгодно и звезды выбирать приблизительно на *одной* высоте.

Для увеличения точности можно наблюдать несколько пар, избегая только очень низких.

Если наблюдались прохождения звезд через вертикальную плоскость нитей, когда она близко к меридиану, то, зная широту места и взяв положение звезд из астрономического календаря, мы получим поправку наших часов. Если наблюдались прохождения через плоскость, перпендикулярную к меридиану, то при известной поправке часов находим широту. Если, наконец, наблюдались прохождения через обе плоскости, тогда можно вычислить и широту, и поправку часов.

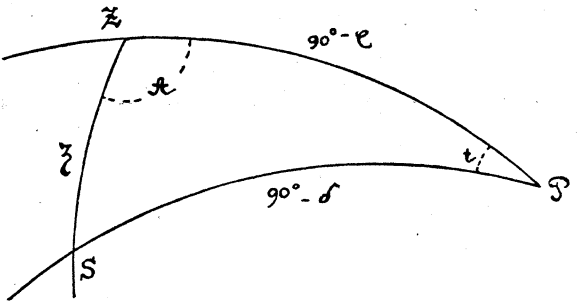


Рис. 104.

Посмотрим, как можно сделать эти вычисления.

Вообразим на сфере небесной треугольник, одной из вершин которого будет точка зенита Z (черт. 104), другая — полюс мира P, а третьей — звезда S в момент ее наблюдения. Стороны такого треугольника будут равны:

$$ZP = 90° - \varphi$$
$$SP = 90° - \delta$$
$$ZS = \zeta$$ — так называемое зенитное расстояние звезды.

Угол при Z будет азимут, считаемый от точки севера, т. е. $\angle SZP = A$.

Угол при P, так называемый часовой угол, обозначим через t, тогда по известным, основным формулам сферической тригонометрии:

$$\begin{aligned} \operatorname{Cos} a &= \operatorname{Cos} b \operatorname{Cos} c + \operatorname{Sin} b \operatorname{Sin} c \operatorname{Cos} A \\ \frac{\operatorname{Sin} a}{\operatorname{Sin} A} &= \frac{\operatorname{Sin} b}{\operatorname{Sin} B} \\ \operatorname{Sin} a \operatorname{Cos} C &= \operatorname{Sin} b \operatorname{Cos} c - \operatorname{Cos} b \operatorname{Sin} c \operatorname{Cos} A \end{aligned} \qquad (1)$$

мы непосредственно напишем для нашего случая

$$\begin{aligned}
\operatorname{Cos}\zeta &= \operatorname{Cos}(90^\circ - \delta)\operatorname{Cos}(90^\circ - \varphi) + \operatorname{Sin}(90^\circ - \varphi)\operatorname{Sin}(90^\circ - \delta)\operatorname{cos}t \\
\operatorname{Sin}\zeta\operatorname{Sin}(A) &= \operatorname{Sin}(90^\circ - \delta)\operatorname{Sin}t \\
\operatorname{Sin}\zeta\operatorname{Cos}(A) &= \operatorname{Cos}(90^\circ - \delta)\operatorname{Sin}(90^\circ - \varphi) - \operatorname{Sin}(90^\circ - \delta)\operatorname{Cos}(90^\circ - \varphi)\operatorname{cos}t
\end{aligned} \tag{2}$$

или

$$\begin{aligned}
\operatorname{Cos}\zeta &= \operatorname{Sin}\delta\operatorname{Sin}\varphi + \operatorname{Cos}\varphi\operatorname{Cos}\delta\operatorname{Cos}t \\
\operatorname{Sin}\zeta\operatorname{Sin}A &= \operatorname{Cos}\delta\operatorname{Sin}t \\
\operatorname{Sin}\zeta\operatorname{Cos}A &= \operatorname{Sin}\delta\operatorname{Cos}\varphi - \operatorname{Cos}\delta\operatorname{Sin}\varphi\operatorname{Cos}t
\end{aligned} \tag{3}$$

Разделим второе из этих уравнений на третье, мы получим

$$\operatorname{tang}A = \frac{\operatorname{Cos}\delta\operatorname{Sin}t}{\operatorname{Sin}\delta\operatorname{Cos}\varphi - \operatorname{Cos}\delta\operatorname{Sin}\varphi\operatorname{Cos}t} \tag{4}$$

Так как мы наблюдаем прохождения *двух* звезд через вертикальную плоскость нитей, то мы имеем и два таких равенства:

$$\operatorname{tang}A_1 = \frac{\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}t_1}{\operatorname{Sin}\delta_1\operatorname{Cos}\varphi - \operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}\varphi\operatorname{Cos}t_1} \text{ для I-й звезды.}$$

$$\operatorname{tang}A_2 = \frac{\operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}t_2}{\operatorname{Sin}\delta_2\operatorname{Cos}\varphi - \operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}\varphi\operatorname{Cos}t_2} \text{ для II-й звезды.}$$

Но не трудно видеть, что $A_2 = 180^\circ + A_1$ и так как $\operatorname{tang}A_1 = \operatorname{tang}(180^\circ + A_1)$ то мы будем иметь соотношение

$$\frac{\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}t_1}{\operatorname{Sin}\delta_1\operatorname{Cos}\varphi - \operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}\varphi\operatorname{Cos}t_1} = \frac{\operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}t_2}{\operatorname{Sin}\delta_2\operatorname{Cos}\varphi - \operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}\varphi\operatorname{Cos}t_2} \tag{5}$$

откуда получим

$$\begin{aligned}
\operatorname{Sin}\varphi[\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}t_1\operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Cos}t_2 - \operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}t_2\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Cos}t_1] \\
= \operatorname{Cos}\varphi[\operatorname{Sin}\delta_1\operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}t_2 - \operatorname{Sin}\delta_2\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}t_1]
\end{aligned} \tag{6}$$

или

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\operatorname{Sin}\delta_2\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Sin}t_1 - \operatorname{Sin}\delta_1\operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}t_2}{\operatorname{Cos}\delta_1\operatorname{Cos}\delta_2\operatorname{Sin}(t_1 - t_2)} \tag{7}$$

формула для вычисления широты φ.

Сам Harzer подробно останавливается на другом выводе этой формулы, где старается, между прочим, обойтись без ссылок на сферическую тригонометрию; в обстоятельном исследовании он об'ясняет также почему для определения широты нужно наблюдать прохождения через плоскость, близкую к первому вертикалу, а при определении поправки часов, наоборот, через плоскость, близкую к меридиану и пр. Но интересующихся всем этим читателей мы отсылаем к подлинной статье автора, а сами ограничимся изложением только самого необходимого для наблюдателя-любителя.

Будем предполагать, что мы имеем хорошие карманные часы, поправка которых относительно местного времени, равно как и суточный ход довольно хорошо известны. Пусть эти часы идут, как обыкновенно, по *среднему* времени. Пусть моменты, замеченные на них для прохождения одной и другой звезды, будут μ_1 и μ_2. Постараемся прежде всего перевести эти моменты на *звездное* время.

Началом суток в астрономической практике считается *полдень*. Если мы наблюдали какую-нибудь звезду в 1 час. 35 мин. 40 сек. ночи, то момент наблюдения по астрономическому счету будет, следовательно, 13 час. 35 мин. 40 сек. — столько часов, минут и секунд прошло от полдня. Переведем этот промежуток в звездное время по таблице II:

На 13 часов поправка	$+ 2^m\ 8{,}1^s$
35 минут.	$5{,}7^s$
40 секунд	$0{,}2^s$
Вся поправка	$+ 2^m\ 14{,}0^s$

Так что наш интервал в звездном времени будет $= 13^h\ 37^m\ 54{,}0^s$.

Прибавим к нему *звездное время θ в полдень*.

Это число дается в астрономическом календаре для того меридиана, для которого составлен календарь. Для полдня того места, где произведено наблюдение, нужно ввести поправку. Положим, наблюдения сделаны под Москвой 20-го апреля 1897 года. В средний гринвичский полдень 20-го апреля 1897 года звездное время, как дает The Nautical Almanac $= 1^h\ 55^m\ 19{,}6^s$.

Москва западнее Гринвича. В ней полдень наступает раньше, чем в Гринвиче, на 2 час. 30 мин. 17 секунд, т. е. раньше на 150,3 минуты. Следовательно, когда в Москве полдень, звездное время еще не достигло той величины, которую мы выписали.

За 24 часа звездное время изменяется на 3 мин. 56,6 секунды, т. е. на 236,6 сек. За 150,3 минуты оно изменится на величину:

$$\frac{236{,}6 \cdot 150{,}3}{24{,}60} = 24{,}7 \text{ секунды.}$$

Следовательно, если в средний гринвичский полдень звездное время $= 1^h\ 55^m\ 19{,}6^s$ то в средний московский полдень оно будет на 24,7 меньше, т. е. $1^h\ 54^m\ 54{,}9^s$.

Поправка, достигающая для Москвы 24,7′, постоянна. Полезно вычислить ее для данного места наблюдения аккуратно раз навсегда, записать и помнить.

И так, звездное время, соответствующее моменту μ_1, будет

$$\eta_1 = \theta_1 + \mu_1 + \text{поправка по таблице II-й,}$$

а для прохождения второй звезды

$$\eta_2 = \theta_2 + \mu_2 + \text{поправка по таблице II-й.}$$

Из астрономического календаря мы возьмем положения звезд, т. е. их прямое восхождение (α) и склонение (δ).

Вычитая α из η, находим часовой угол $t = \eta - \alpha$.

Все величины, которые входят во вторую часть равенства (7), являются таким образом известными. Подставляя их, находим tang φ и φ, т. е. получаем искомую широту места.

Равенство 6-е послужит нам также для вывода формул, пригодных к вычислению поправки часов. Пусть искомая поправка наших карманных часов будет ΔM; в звездном времени этому интервалу будет соответствовать

величина, которую обозначим через $\Delta\theta$. Наблюдая прохождение звезды, мы получаем ее часовой угол τ, который будет неверен, если неверны наши часы.

Верный часовой угол будет $t = \tau + \Delta\theta$.

для первой звезды это равенство напишется в виде $t_1 = \tau_1 + \Delta\theta$.

для второй » » » » » » $t_2 = \tau_2 + \Delta\theta$.

Подставляем эти величины в равенство 7-е, мы получим

$$\begin{aligned}\operatorname{tang}\varphi \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_1-\tau_2) &= \operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 (\operatorname{Sin}\tau_1 \operatorname{Cos}\Delta\theta + \operatorname{Cos}\tau_1 \operatorname{Sin}\Delta\theta)\\ &\quad - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 (\operatorname{Sin}\tau_2 \operatorname{Cos}\Delta\theta + \operatorname{Cos}\tau_2 \operatorname{Sin}\Delta\theta)\end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned}\operatorname{tang}\varphi \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_1-\tau_2) &= \operatorname{Cos}\Delta\theta [\operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Sin}\tau_1 - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}\tau_2]\\ &\quad + \operatorname{Sin}\Delta\theta [\operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta^1 \operatorname{Cos}\tau_1 - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Cos}\tau_2]\end{aligned} \quad (8)$$

Для решения этого уравнения удобно ввести вспомогательные величины h и γ, полагая

$$\begin{aligned}h \operatorname{Sin}\gamma &= \operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\tau_1 - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Cos}\tau_2\\ h \operatorname{Cos}\gamma &= \operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Sin}\tau_1 - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}\tau_2\end{aligned} \quad (9)$$

так что имеем

$$\operatorname{tang}\varphi \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_1 - \tau_2) = h \operatorname{Cos}\gamma \operatorname{Cos}\Delta\theta + h \operatorname{Sin}\Delta\theta \operatorname{Sin}\gamma = h \operatorname{Sin}(\gamma + \Delta\theta).$$

Отсюда

$$\operatorname{Sin}(\gamma + \Delta\theta) = \frac{\operatorname{tang}\varphi \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_1 - \tau_2)}{h} \quad (10)$$

— уравнение, позволяющее определить поправку $\Delta\theta$.

Если мы хотим определить и широту места, и в то же время поправку часов, то, наблюдая 4 звезды, будем иметь два уравнения вида 7-го.

Именно:

$$\begin{aligned}&[\operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Sin}(\tau_1 + \Delta\theta) - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_2 + \Delta\theta)] \operatorname{ctang}\varphi\\ &\qquad = \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_1 - \tau_2)\\ &[\operatorname{Sin}\delta_4 \operatorname{Cos}\delta_3 \operatorname{Sin}(\tau_3 + \Delta\theta) - \operatorname{Sin}\delta_3 \operatorname{Cos}\delta_4 \operatorname{Sin}(\tau_4 + \Delta\theta)] \operatorname{ctang}\varphi\\ &\qquad = \operatorname{Cos}\delta_3 \operatorname{Cos}\delta_4 \operatorname{Sin}(\tau_3 - \tau_4)\end{aligned} \quad (11)$$

Введя обозначения

$$\begin{aligned}a_{12} &= \operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\tau_1 - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Cos}\tau_2\\ b_{12} &= \operatorname{Sin}\delta_2 \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Sin}\tau_1 - \operatorname{Sin}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}\tau_2\\ c_{12} &= \operatorname{Cos}\delta_1 \operatorname{Cos}\delta_2 \operatorname{Sin}(\tau_1 - \tau_2)\\ a_{34} &= \operatorname{Sin}\delta_4 \operatorname{Cos}\delta_3 \operatorname{Cos}\tau_3 - \operatorname{Sin}\delta_3 \operatorname{Cos}\delta_4 \operatorname{Cos}\tau_4\\ b_{34} &= \operatorname{Sin}\delta_4 \operatorname{Cos}\delta_3 \operatorname{Sin}\tau_3 - \operatorname{Sin}\delta_3 \operatorname{Cos}\delta_4 \operatorname{Sin}\tau_4\\ c_{34} &= \operatorname{Cos}\delta_3 \operatorname{Cos}\delta_4 \operatorname{Sin}(\tau_3 - \tau_4)\end{aligned} \quad (12)$$

мы преобразуем уравнения (11) в:

$$\begin{aligned}a_{12} \operatorname{ctang}\varphi \operatorname{Sin}\Delta\theta + b_{12} \operatorname{ctang}\varphi \operatorname{Cos}\Delta\theta &= c_{12}\\ a_{34} \operatorname{ctang}\varphi \operatorname{Sin}\Delta\theta + b_{34} \operatorname{ctang}\varphi \operatorname{Cos}\Delta\theta &= c_{34}\end{aligned} \quad (13)$$

Решая же последние относительно неизвестных: $\operatorname{Ctang}\varphi \operatorname{Sin}\Delta\theta$ и $\operatorname{Ctang}\varphi \cos\Delta\theta$, мы будем иметь при обозначениях:

$$\begin{aligned}A &= b_{12} c_{34} - b_{34} c_{12}\\ B &= c_{12} a_{34} - c_{34} a_{12}\\ C &= a_{12} b_{34} - a_{34} b_{12}\end{aligned} \quad (14)$$

формулы:

$$\operatorname{ctang}\varphi \operatorname{Sin}\Delta\theta = -\frac{A}{C}$$
$$\operatorname{ctang}\varphi \operatorname{Cos}\Delta\theta = -\frac{B}{C} \qquad (15)$$

определяющие $\Delta\theta$ и φ.

Пример. 23-го ноября (н. ст.) 1895 года Harzer наблюдал в саду Готской обсерватории прохождения четырех звезд: γ *Lyrae*, γ *Andromedae*, α *Andromedae* и ζ *Ursae Majoris* и записал по своим часам следующие моменты:

$$\mu_1 = 6^h\ 19^m\ 46^s = 6^h,33$$
$$\mu_2 = 6\ \ 30\ \ 30\ \ = 6,51$$
$$\mu_3 = 7\ \ 33\ \ 16\ \ = 7,55$$
$$\mu_4 = 7\ \ 39\ \ 50\ \ = 7,66$$

При этом ход часов приблизительно был известен — они отставали в час на одну секунду (суточный ход часов, следовательно $= +24^s$). Зная это, можно все четыре показания часов привести к одному моменту, например, к $7,00^h$. Момент прохождения четвертой звезды отстоит от 7-ми часов на 39 мин. 50 секунд или 0,66 часа. За это время часы отстали на $0,66^s$. Если бы они шли верно, то их показание, следовательно, было бы больше, поэтому к μ_4 мы должны прибавить $+ 0,66^s$.

К μ_3 мы придадим на том же основании $+ 0,55^s$.

Наоборот, из μ_1 и μ_2 нам придется соответственные приведения *вычесть*.

В самом деле момент прохождения первой звезды от 7-ми часов отстоит на 0,67 часа. За это время часы отстали на 0,67, они стали показывать меньше на эту величину; другими словами, если бы в момент прохождения первой звезды поправка часов была та же, какая имела место в 7 часов, то показание часов было бы меньше на 0,67. Эту величину надо вычесть из μ_1. Точно так же и из μ_2 вычтем $0,49^s$.

Мы будем иметь таким образом моменты прохождений, сведенные к одной поправке часов, имевшей место в 7 часов, в таком виде:

$$\nu_1 = 6^h\ 19^m\ 45,3^s$$
$$\nu_2 = 6\ \ 30\ \ 29,5$$
$$\nu_3 = 7\ \ 33\ \ 16,5$$
$$\nu_4 = 7\ \ 39\ \ 50,7$$

Переведем эти моменты на звездное время, для чего прежде всего рассчитаем звездное время в полдень. Для Берлина оно было равно 23-го ноября 1895 года $16^h\ 8^m\ 40,9^s$; Гота лежит к западу от Берлина на $10^m\ 44,4^s$, так что для нее необходима поправка $= +1,8^s$.

Следовательно, звездное время в средний готский полдень будет $16^h\ 8^m\ 42,7^s$.

Выражая интервалы ν_1, ν_2, ν_3 и ν_4 в звездном времени, мы по таблице II-й Путеводителя вычислим поправки $+ 62,4^s$, $+ 64,1^s$, $+ 74,5^s$ $+ 75,5^s$, так что моменты прохождений наших звезд по звездному времени будут:

$$\eta_1 = 22^h\ 29^m\ 30,4^s$$
$$\eta_2 = 22\ \ 40\ \ 16,3$$
$$\eta_3 = 23\ \ 43\ \ 13,7$$
$$\eta_4 = 23\ \ 49\ \ 48,9$$

Из астрономического календаря Berliner Astronomisches Jahrbuch мы выпишем прямые восхождения и склонения звезд:

$$\begin{array}{llll} \alpha_1 = 18^h\,55^m\;\;1{,}9^s & & \delta_1 = 32^\circ\;32{,}8' \\ \alpha_2 = \;\;1\;\;57\;\;31{,}8 & & \delta_2 = 41\;\;50{,}1 \\ \alpha_3 = \;\;0\;\;\;3\;\;\;1{,}0 & & \delta_3 = 28\;\;31{,}2 \\ \alpha_4 = 13\;\;19\;\;43{,}3 & & \delta_4 = 55\;\;27{,}9 \end{array}$$

и вычисляем $\tau = \eta - \alpha$, сначала во времени, потом по таблице IV-й в дуге:

$$\begin{array}{llll} \tau_1 = \;\;3^h\,34^m\,28{,}5^s = \;\;53^\circ\;37{,}1' \\ \tau_2 = 20\;\;42\;\;44{,}5 = 310\;\;41{,}1 \\ \tau_3 = 23\;\;40\;\;12{,}7 = 355\;\;\;3{,}2 \\ \tau_4 = 10\;\;30\;\;\;5{,}6 = 157\;\;31{,}4 \end{array}$$

Будем сначала считать широту известной $\varphi = 50^\circ\,56\,6'$ и попробуем определить поправку часов. Для этого мы должны воспользоваться парой α *Andromedae* и ξ *Ursae Majoris*, которые здесь отметим индексами 1 и 2 вместо прежних 3 и 4.

Имеем следовательно:

$$\begin{array}{lll} \tau_1 = 355^\circ\;\;3{,}2' & \delta_1 = 28^\circ\,31{,}2' & \tau_1 - \tau_2 = 197^\circ\,31{,}8' \\ \tau_2 = 157\;\;31{,}4 & \delta_2 = 55\;\;27{,}9 \end{array}$$

По таблицам логарифмом найдем

$\log \mathrm{Cos}\,\tau$	$\log \mathrm{Sin}\,\tau$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta$	$\log \mathrm{Sin}\,\delta$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Cos}\,\tau$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Sin}\,\tau$
9,99838	8,93565 n	9,94382	9,67895	9,94220	8,87947 n
9,96569 n	9,58241	9,75352	9,91851	9,71921 n	9,33593

Далее по формулам 9-м, вычислим

$$\begin{array}{rl} \log h\,\mathrm{Cos}\,\gamma = & 9{,}98733 \\ \log h\,\mathrm{Sin}\,\gamma = & 9{,}21984\,\mathrm{n} \end{array}$$

Отсюда

$$\begin{array}{rl} \log \mathrm{tang}\,\gamma = & 9{,}23251\,\mathrm{n} \\ \gamma = & -\,9^\circ\,41{,}6' \\ \log \mathrm{Cos}\,\gamma = & 9{,}99376 \\ \log \mathrm{Sin}\,\gamma = & 9{,}22627\,\mathrm{n} \\ \log h = & 9{,}99357 \end{array}$$

Так как ψ известно, то

$$\begin{array}{rl} \log \mathrm{tang}\,\varphi = & 0{,}09076 \\ \log \mathrm{Cos}\,\delta_1\,\mathrm{Cos}\,\delta_2 = & 9{,}69734 \\ \log \mathrm{Sin}\,(\tau_1 - \tau_2) = & 9{,}47886\,\mathrm{n} \\ \hline & -\;0{,}26696\,\mathrm{n} \\ -\log h = & 9{,}99357 \\ \hline \log \mathrm{Sin}\,(\gamma + \Delta\theta) = & 9{,}27339\,\mathrm{n} \end{array}$$

$$\gamma + \Delta\theta = -\,10^\circ\,49{,}0'$$

$$\Delta\theta = -\;\;1\;\;\;7{,}4 = -\,4^m\,29{,}6^s$$

приведение на ср. вр. $\quad -\;\;0{,}7$

$$= -\,4^m\,28{,}9^s$$

По сравнению же с нормальными часами обсерватории $\Delta M = -4^m 31{,}4^s$.

Следовательно, ошибка при определении времени, в данном случае, достигла $-\,2^s.5'$.

Положим далее, что *поправка* часов известна, именно $\Delta M = -4^m\,31{,}4^s$.

Будем определять широту по прохождениям звезд γ *Lyrae* и γ *Andromedae* для которых в данном случае удержим индексы 1 и 2, употреблявшиеся прежде.

$\Delta\theta$, соотвтствующее нашему ΔM, будут

$$= -4^m\,32{,}1^s = -1^\circ\,8{,}0'.$$

Следовательно, если

$$\begin{array}{ll} \tau_1 = & 53^\circ\,37{,}1' \\ \tau_2 = & 310\;\;41{,}1 \end{array} \quad \text{то} \quad \begin{array}{ll} t_1 = & 52^\circ\,29{,}1' \\ t_2 = & 309\;\;33{,}1 \end{array} \qquad t_1 - t_2 = 102^\circ\,56{,}0'.$$

Так как $\delta_1 = 32^\circ\,32{,}8'$
$\delta_2 = 41^\circ\,50{,}1'$

то	$\log \mathrm{Sin}\, t$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta$	$\log \mathrm{Sin}\,\delta$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Sin}\,t$
	9,89938	9,92581	9,73077	9,82519
	9,88708n	9,87220	9,82411	9,75928n

$$\log[\mathrm{Sin}\,\delta_2\,\mathrm{Cos}\,\delta_1\,\mathrm{Sin}\,t_1 - \mathrm{Sin}\,\delta_1\,\mathrm{Cos}\,\delta_2\,\mathrm{Sin}\,t_2] = 9{,}87797.$$
$$\log \mathrm{Sin}(t_1 - t_2) = 9{,}98884$$
$$\log \mathrm{Cos}\,\delta_1\,\mathrm{Cos}\,\delta_2 = 9{,}79801$$
$$\log \mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Sin}\,(t_1 - t_2) = 9{,}78685$$

так что по формуле 7-й

$$\log \mathrm{tang}\,\varphi = 0{,}09\,112$$
$\varphi = 50^\circ\,58{,}0'$, причем ошибка достигает $-1{,}4'$.

Если считать *и широту и поправку часов* неизвестными, тогда мы возьмем все четыре звезды

$$\begin{array}{ll} \tau_1 = & 53^\circ\,37{,}1' \\ \tau_2 = & 310\;\;41{,}1 \\ \tau_3 = & 355\;\;\;3{,}2 \\ \tau_4 = & 157\;\;31{,}4 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} \delta_1 = & 32^\circ\,32{,}8' \\ \delta_2 = & 41\;\;50{,}1 \\ \delta_3 = & 28\;\;31{,}2 \\ \delta_4 = & 55\;\;27{,}8 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \tau_1 - \tau_2 = 102^\circ\,56{,}0' \\ \tau_3 - \tau_4 = 197\;\;31{,}8 \end{array}$$

$\log \mathrm{Cos}\,\tau$	$\log \mathrm{Sin}\,\tau$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta$	$\log \mathrm{Sin}\,\delta$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Cos}\,\tau$	$\log \mathrm{Cos}\,\delta\,\mathrm{Sin}\,\tau$
9,77317	9,90584	9,92581	9,73077	9,69898	9,83165
9,81418	9,87984n	9,87220	9,82411	9,68638	9,75204n
9,99838	8,93565n	9,94382	9,67895	9,94220	8,87947n
9,96569n	9,58241	9,75352	9,91581	9,71921n	9,33593

$$\log \mathrm{Sin}(\tau_1 - \tau_2) = 9{,}98884$$
$$\log \mathrm{Sin}(\tau_3 - \tau_4) = 9{,}47886\mathrm{n}$$

С этими числами мы получаем по формулам 12-м:

$$\log a_{12} = 8{,}85848 \qquad \log a_{34} = 9{,}98733$$
$$\log b_{12} = 9{,}87887 \qquad \log b_{34} = 9{,}21984\,\mathrm{n}$$
$$\log c_{12} = 9{,}78685 \qquad \log c_{34} = 9{,}17620\,\mathrm{n}$$

отсюда по формулам (14)

$$\log A = 8{,}07798\mathrm{n}$$
$$\log B = 9{,}78202$$
$$\log C = 8{,}87322\mathrm{n}$$

а далее по формулам (15)

$$\begin{aligned}
\log \operatorname{ctang} \varphi \operatorname{Sin} \Delta\theta &= 8{,}20476\,\mathrm{n} \\
\log \operatorname{ctang} \varphi \operatorname{Cos} \Delta\theta &= 9{,}90880 \\
\log \operatorname{tang} \Delta\theta &= 8{,}29596\,\mathrm{n} \\
\Delta\theta = -1^\circ 7{,}95' &= -4^m 31{,}8^s \\
\text{так что } \Delta M &= -4^m 31{,}1^s \\
\log \operatorname{Sin} \Delta\theta &= 8{,}29589\,\mathrm{n} \\
\text{(или) } \log \operatorname{Cos} \Delta\theta &= 9{,}99992 \\
\log \operatorname{tang} \varphi &= 0{,}09112 \\
\varphi &= 50^\circ 58{,}0'
\end{aligned}$$

Ошибка в широте при этом $= -1'{,}4$, ошибка в поправке часов $= -0^s{,}3$.

Опыт показал, замечает Harzer, что острый глаз может наблюдать вышеописанным способом прохождения звезд даже 6-й величины, но для глаза средней остроты нужно считать звезды 4-й величины предельными.

Что касается долготы, то она будет известна, для данного места наблюдений, если мы получим поправку наших часов еще в другом пункте, долгота которого определена. В последнем не нужно, конечно, строить никаких приспособлений, а выгоднее обратиться на телеграф. Нужно заботиться только, чтобы при перевозке наши часы не подверглись тряске, придется принять во внимание и их ход. Пусть поправка наших часов относительно телеграфного времени будет ΔM_1, пусть часы отстанут вследствие их хода за промежуток времени от сравнения на телеграфе до момента наблюдения дома на $\varkappa$; пусть по нашим наблюдениям поправка часов оказалась $= \Delta M_2$, тогда долгота нашего места наблюдения будет

$$\gamma = \Delta M_2 - (\Delta M_1 + \varkappa).$$

Если λ окажется положительной величиной, тогда мы находимся к западу от того меридиана, к которому относится телеграфное время, если отрицательна, — к востоку.

Укажем также статью *В. П. Ветчинкина* в «Изв. Русского Об-ва Любит. Мироведения» IX (1920 г. ноябрь), стр. 137, в которой дается упрощенный способ определения времени по наблюдениям прохождений звезд через вертикал Полярной.

Фотографирование неба.

Несмотря на широкое применение в астрономической практике фотографии, астроном-любитель может пользоваться этим могучим орудием естествознания лишь в незначительной степени. Причина этого заключается в том, что светила небесные, за исключением, конечно, солнца, очень слабы, не могут быть сфотографированы моментально и в то же время не остаются на одном месте, но в силу суточного движения небесного свода беспрерывно перемещаются. Для того, чтобы получить их изображение на фотографической пластинке, нужна следовательно более или менее продолжительная экспозиция, в течение которой труба должна перемещаться согласно с движением светила, потребуется таким образом параллактическая монтировка, желателен и часовой механизм к ней, а это стоит дорого и большому числу любителей недоступно. Что же касается фотографирования солнца, то в этом случае помехой является самое обилие света. Для ослабления изображения нужны увеличительная система линз, совершенный моментальный затвор и довольно большая камера на окулярном конце трубы.

Легче всего получить фотографический снимок *луны*. Конечно, при малом фокусном расстоянии любительской трубы, размер снимка будет ничтожный, но все же с 3-хдюймовой трубой можно иметь уже изображение луны диаметром в 10 миллиметров, на котором при достаточной резкости снимка не трудно различить главнейшие горы. Приспособление для фотографирования можно, конечно, сделать различным способом. Один обратится к помощи механика или слесаря, другой позовет столяра, третий справится с задачей сам. Окуляр надо заменить фотографической пластинкой. Для этого придется на окулярный конец надеть какую-нибудь раму, в которую будет вставлена маленькая кассета. Из чего будет сделана эта рама — все равно, конечно, чем она легче, тем лучше.

Матовое стекло, как и в обыкновенной камере, может служить для наведения трубы на светила и приближенной установки на фокус, но только приближенной, потому что оптический фокус не совпадает с фокусом фотографическим. Последний надо определить точно с помощью последовательного фотографирования. Нанесем карандашем вдоль зубцов, по которым ходит винт, выдвигающий окулярную часть трубы, ряд делений, с промежутками, приблизительно, миллиметр. Потом направим

трубу на звезду первой величины и будем последнюю фотографировать несколько раз под ряд на одной и той же пластинке, но на различных местах ее, для чего надо трубу немного поднимать или опускать. При этом каждый раз будем изменять и расстояния пластинки от об'ектива, вдвигая окулярную трубку на одно деление. Каждое фотографирование достаточно производить в течение минуты. Вследствие смещения звезды

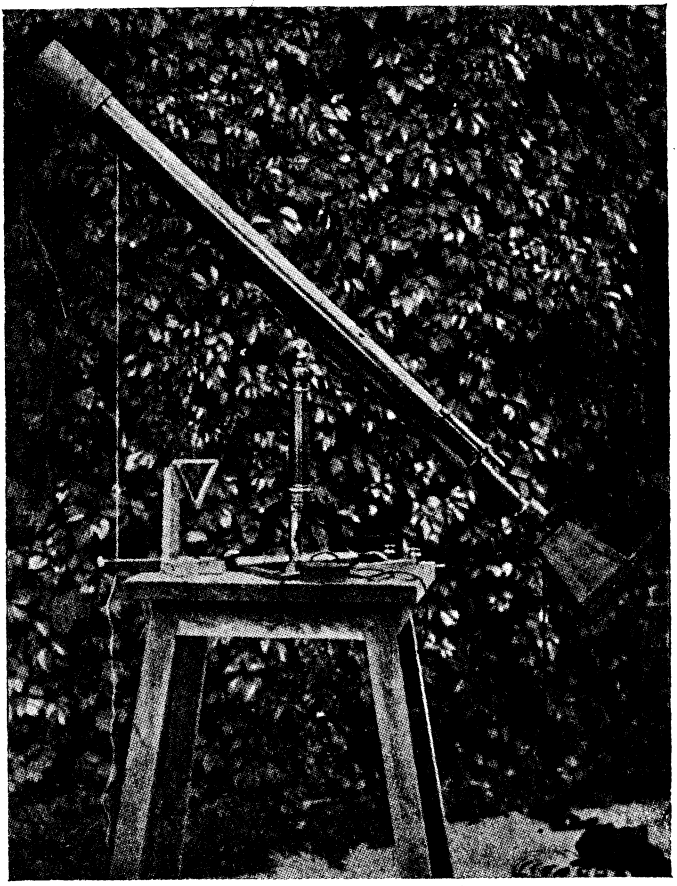


Рис. 105.

в силу суточного движения небесного свода изображение звезды на пластинке представится черточкой. Мы будем иметь на пластинке таким образом несколько черточек, расположенных одна над другой. Наиболее *резкая* из них соответствует положению пластинки в фокусе об'ектива. Стоит только сосчитать теперь, какая эта черта по счету, начиная с первой, которую можно отметить хотя бы тем, что сделать ее длиннее других или нарушивши ее непрерывность, закрыв на несколько секунд об'ектив, и мы будем иметь прямо отсчет, определяющий нам, на сколько придется

выдвинуть окулярную часть трубы, чтобы фотографические снимки получались наиболее отчетливые. Этот отсчет нужно определить и записать, чтобы пользоваться им во время всех дальнейших опытов.

При фотографировании луны в фокусе трубы на очень чувствительных пластинках достаточно экспозиции в несколько десятых долей секунды, в зависимости от фазы луны и высоты ее над горизонтом. Так как смещение светила в силу суточного движения небесного свода за секунду составляет всего $^1/_{120}$ часть диаметра луны, то при малых размерах изображения последней оно почти не скажется, если даже труба и будет неподвижна.

Резкий снимок луны, полученный в фокусе трубы, можно после увеличить лабораторными способами.

Можно и прямо получить увеличенное изображение, но для этого придется воспользоваться также окуляром или, точнее, частью окуляра. Оставляем из последнего одну линзу так, чтобы лучи, пройдя через нее, дали на фотографической пластинке *действительное* изображение. Пластинка в этом случае помещается в маленькой камере, прикрепленной к окулярному концу трубы, как имеем на рис. 105. Кто не боится испортить центрировку линз об'ектива, тот может попробовать раздвинуть их миллиметра на 3—4, чем достигается изменение оптического фокуса в фотографический. Конечно, хороших снимков мы добьемся только после ряда проб и опытов. Советуем быть при этом крайне аккуратным и осторожным. Те меры предосторожности, которые рекомендованы на стр. 30 для разборки об'ектива, можно напомнить и здесь.

Таким путем с 3-хдюймовой трубой можно получить снимок луны диаметром 30—40 миллиметров.

Что касается экспозиции, то при неподвижной трубе она не должна превосходить секунды, иначе снимок будет неясный.

Фотографирование луны особенно интересно во время *лунного затмения*.

Фотографирование *звезд* более сложно, но при некотором старании и его можно наладить. Важно только иметь параллактическую монтировку, при которой труба может перемещаться согласно с суточным движением небесного свода.

Собственно фотографирование лучше производить не с помощью самой трубы, а с помощью обыкновенной фотографической камеры, которая должна быть прикреплена к трубе. Труба же будет служить для контроля. Так как звезды недостаточно ярки, то они не могут быть сфотографированы моментально и даже в такой интервал, как секунда. На это потребуются многие минуты, а для слабых даже часы. В течение всей экспозиции лучи, идущие от звезды, должны падать на одно и то же место фотографической пластинки, но даже часовой механизм не может так равномерно двигать трубу, как происходит вращение небесного свода. Наблюдатель должен постоянно следить за движением своего инструмента, для этого ему и нужна контрольная труба. Натянувши в поле зрения трубы пару паутиновых нитей, наблюдатель все время, в течение которого происходит фотографирование, старается держать на их пересечении одну и ту же звезду — тогда наверное в фотографической камере,

неизменно соединенной с трубой, лучи от каждой звезды будут всегда падать на свое место и через то или другое время дадут изображение звезды. Конечно, нужно позаботиться о том, чтобы камера была хорошо уравновешена. Легче всего это сделать в том случае, когда камера располагается посередине трубы, тогда достаточно противовеса на противоположном конце оси склонения. Но если отверстие, через которое направляется труба на небо, узко, тогда камеру придется подвинуть к об'ективу, и для того, чтобы ее уравновесить, нужны будут противовесы не только на оси склонения, но также на окулярном конце трубы.

На первый раз камеру можно привязать к трубе просто веревками, но если пробные опыты фотографирования оказались удачными, то стоит приделать к камере кольца, с помощью которых она легко и определенно во всякий момент может быть укреплена на трубе подобно тому, как сама труба прикрепляется к штативу. Чем легче камера, тем лучше. Можно ограничиться даже просто деревянной рамой, обтянутой черным коленкором. Важнее вопрос об об'ективе при этой камере. Для фотографирования звезд, конечно, надо выбирать возможно светосильные об'ективы, т. е. с меньшим фокусным расстоянием. Могут быть особенно рекомендованы такие об'ективы, как «Планар» или «Унар» завода Цейсса, в которых отношение диаметра об'ектива к фокусному расстоянию равняется 1 : 3,5 или 1 : 4 или в крайнем случае 1 : 5.

Такой об'ектив не дает хороших изображений во всем поле зрения. По краям фотографической пластинки звезды выйдут не в виде кружочков, а в виде каких-нибудь «птичек» — неправильных фигур с острыми вершинами. Но этим смущаться не следует, так как поле зрения короткофокусного об'ектива очень велико, можно удовлетвориться и одной средней его частью.

С малым масштабом придется мириться. В этом случае ведь не изучаются детали в строении небесного тела, а важно установить самый факт его существования. И часто лишь с помощью светосильных об'ективов можно проследить хвост кометы на большое протяжение. *Вот еще задача!* Тем читателям, которые сумеют наладить фотографирование неба с светосильными об'ективами, можно настоятельно рекомендовать заняться исследованием всех *комет*, которые окажутся им доступными. Снимки, на которых будет комета с длинным хвостом, хотя бы и в малом масштабе, могут представить большой интерес. Их стоит переслать для обработки астроному-специалисту.

Читатель должен только иметь в виду, что для фотографирования кометы с ее нежным хвостом даже при светосильных об'ективах потребуется много времени — час, два и больше. В течение всей экспозиции наблюдатель должен оставаться у инструмента, постоянно заглядывая в контрольную трубу и не допуская малейшего смещения выбранной точки с креста нитей.

Что касается паутиновых нитей в трубе, то с просьбой о натяжении их лучше обратиться к механику при оптическом магазине, но можно, конечно, и самому попробовать это сделать. Прежде всего находим где-нибудь на чердаке гнездо паука. Из этого *кокона* вытягиваем с помощью иглы нить. Зажимаем концы ее в расплюснутых дробинках диаметра в

$1^1/_2$—2 миллиметра. Потом опускаем нить, держа за одну дробинку, в горячую воду на $1^1/_2$ минуты и вынувши накладываем на внутреннюю диафрагму *положительного* окуляра так, чтобы концы с дробинками свободно висели. Теперь остается только приклеить нить к диафрагме. Это мы сделаем с помощью *лака*. Точно также поступая, приклеиваем вторую нить, положивши ее перпендикулярно первой, и оставляем все сохнуть, *не отрывая* дробинок. Только когда лак подсохнет, концы нитей отрезаем и диафрагму вставляем в окуляр. Самую трубочку со стеклами в окулярной оправе вдвигаем настолько, чтобы нити были отчетливо видны, и, не изменяя этого положения, устанавливаем при наблюдении небесного светила окуляр на фокус с помощью зубчатки в трубе.

Но при фотографировании, когда трубой пользуются только для контроля, устанавливать по фокусу не надо. Нити в трубе вообще ночью не видны. Нужно освещать поле, а если специального приспособления для этого нет, то может помочь неточная установка на фокус.

Звезда при этом представляется более или менее значительным кружком, на фоне которого нити становятся заметны. Выбирая определенную звезду, мы и будем стараться, чтобы во все время фотографирования пересечение нитей приходилось в центре ее изображения.

Камера, прикрепленная к трубе с параллактической установкой и часовым механизмом, может быть употреблена также для фотографирования *падающих звезд*.

Если бы кому-нибудь удалось в одну ночь сфотографировать 3—4 метеора на одной пластинке, то можно было бы определить радиант их весьма точно.

Два наблюдателя на расстоянии верст 40 друг от друга, фотографируя одну и ту же область неба, могут иметь надежду весьма хорошо определить высоту метеоров над поверхностью земли. По крайней мере они могут дать материал для исследования астронома-специалиста. Надо только помнить, что яркость метеоров в общем очень мала, летят же они быстро. Поэтому они оставляют свой след на фотографической пластинке очень редко. К тому же ведь и нельзя вперед знать, где появится метеор. Камеру приходится ставить наудачу. Выгоднее направлять ее на радиант потока и опыты фотографирования производить в дни максимума.

Фотографирование падающих звезд возможно и без параллактической установки и даже без трубы, а только с одной камерой, которая остается все время неподвижной. Но при этом нужно также глазом следить за небом. Если появится *яркий* метеор в той области, на которую направлена камера, надо отметить время и нанести след метеора на карту. Так как звезды при неподвижной камере выходят на фотографической пластинке не точками, а дугами, то без этих дополнительных данных нельзя определить радианта потока.

Наблюдатель во всяком случае должен быть готов к тому, что при фотографировании падающих звезд много времени и труда может пропасть даром. Но успех часто зависит от настойчивости.

Спектральные наблюдения.

Исследования физического строения небесных тел с помощью спектрального анализа в общем сложны и требуют дорогих инструментов. Те читатели, которые будут иметь возможность заняться ими, должны обратиться за руководством к специальным сочинениям.

Но если не иметь в виду точных измерений, если не входить в изучение подробностей строения спектров, а ограничиться лишь *качественным* определением их и только по отношению к наиболее ярким светилам, то задача чрезвычайно упрощается, она становится доступной каждому любителю, и можно рекомендовать заняться ей.

Прежде всего интересно убедиться всякому, что спектр солнца изобилует темными фраунгоферовыми линиями, по которым судят о составе

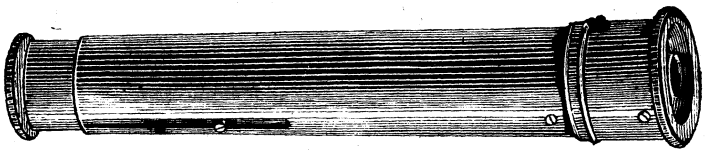


Рис. 106. Солнечный спектроскоп Browning'a.

атмосферы нашего дневного светила. Для этого оказывается достаточно *карманного* спектроскопа системы Browning'a. Это — трубочка (рис. 106), размером в небольшой перочинный нож. Более совершенный вид спектроскопа, когда при нем имеется еще шкала и призма, что позволяет уже если не измерить, то по крайней мере более определенно судить о положении линий.

Способ наблюдения чрезвычайно прост. Сузив возможно больше щель, направляем спектроскоп на яркое облако или просто на небо вблизи солнца (но не на самое солнце) и выдвигаем окулярную трубку, пока очертания спектра не будут резки. Тогда фраунгоферовы линии выступят ясно и в большом числе. Если в то время, когда мы смотрим в спектроскоп, кто-нибудь поднесет близко к щели горящую шведскую спичку, то мы

увидим, как на мгновение засветится натриевая желтая линия и калиевая красная.

Нетрудно выделить и линию магния, зажигая перед щелью нитку, пропитанную магнезией.

Тот же спектроскоп Browning'а может служить для наблюдения спектра молнии и северного сияния. Его всегда стоит иметь при себе в кармане во время прогулки и путешествия.

Для исследования звездных спектров можно взять простой *окулярный* спектроскоп Zöllner'а. Это тоже небольшая трубочка, но в ней, кроме призм, есть еще цилиндрическая линза. Звезда для нас даже в трубу лишь точка, ее спектр представляется линией, на которой никаких поперечных фраунгоферовых линий заметить нельзя. Необходимо расширить спектр — это и делает цилиндрическая линза. Прибор не прямо направляется на звезду, а привинчивается к трубе, непосредственно на окуляр. Светосила его весьма значительна, так что даже при небольшой любительской трубе можно исследовать с помощью его спектры звезд 5—6 величины. Можно видеть характерные особенности каждого спектрального типа, заняться их классификацией.

Еще более совершенный прибор для наблюдения звездных спектров — окулярный спектроскоп системы Vogell'я.

Особенно можно рекомендовать наблюдения спектра Новых звезд. Всегда интересно проследить, не изменяется ли спектр Новой вместе с изменением ее яркости.

С помощью звездного спектроскопа можно наблюдать и спектр яркой кометы.

Астрономические башни.

Никакая система окон не удовлетворит тому требованию, чтобы из помещения, в котором находится труба, небо могло быть обозреваемо во всей полноте. В этом отношении пригодной является только вращающаяся башня с люками в боковой стене и в крыше.

Астрономические башни строятся в виде купола или в виде барабана. Первая форма изящнее, но несравненно дороже второй. Между тем, и вторая может удовлетворить всем требованиям наблюдателя, поэтому ее особенно можно рекомендовать.

Главное, о чем надо позаботиться при постройке башни — это легкое, свободное вращение ее при всех обстоятельствах.

Обыкновенно купол или барабан ставится на колеса, которые катятся по круглому рельсу. Число колес должно быть достаточно велико, и распределение их, конечно, по окружности равномерно, чтобы не было оседания башни на одну сторону.

Колеса могут быть заменены роликами, которые прикрепляются к неподвижному основанию башни. Купол или барабан, подбитые железным обручем, ставятся на эти ролики и при вращении их перемещаются вследствие трения. Кроме системы роликов с горизонтальными осями, поддерживающей башню и дающей ей вращение, необходима еще другая система роликов, вращающихся около вертикальных осей, чтобы башня не могла сползать со своего основания. Выгодно ролик с горизонтальной осью и ролик с вертикальной осью соединить в одну муфту, которая и привинчивается к неподвижной стене.

Иногда башня катится на шариках подобно тому, как это делается в велосипедах. Эта система потребует еще больше предосторожностей при выполнении. Нужно очень хорошо рассчитать число шариков. Если их будет мало, они могут при вращении башни сбиваться в одно место, и тогда противоположная сторона башни опустится, и движение прекратится.

Особенное затруднение в поворачивании башни является, конечно, зимой при морозе, когда происходит значительное сокращение различных частей постройки.

Конечно, надо позаботиться и о том, чтобы под колеса на катки или в жолоб с шариками не набивался снег.

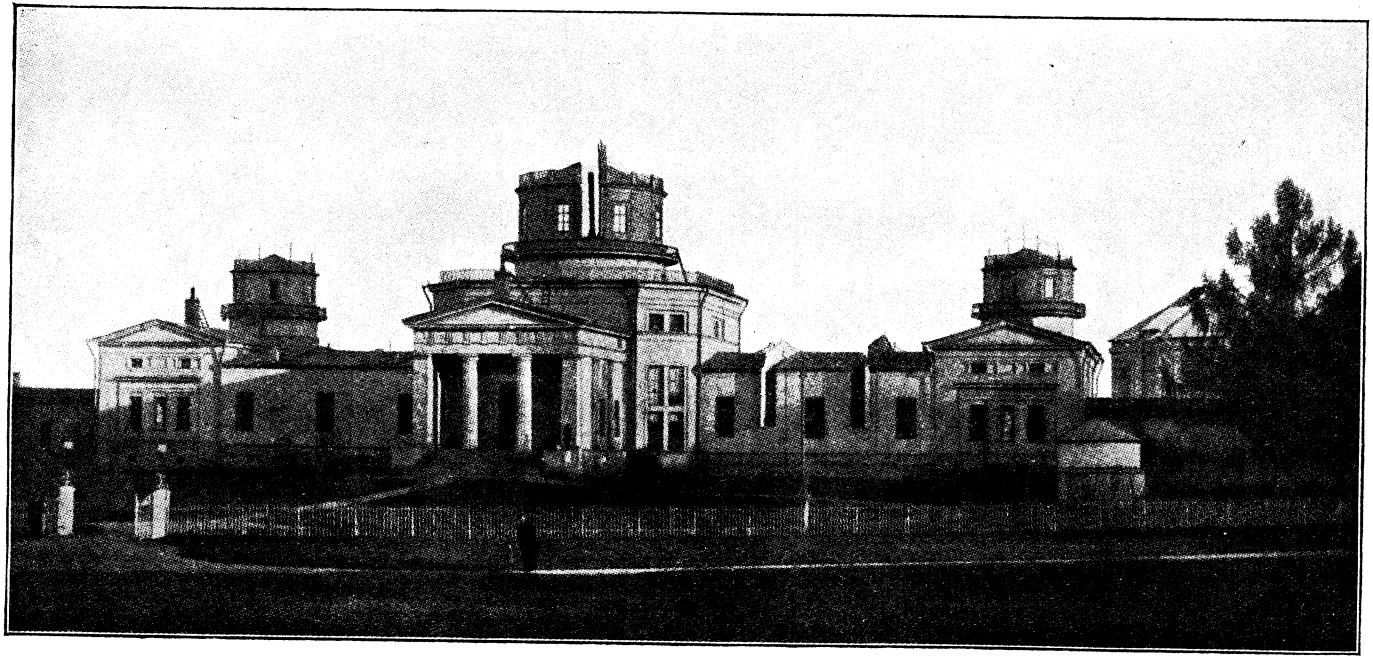


Рис. 107. Пулковская обсерватория.

Самое вращение можно производить просто воротом. Внутри башни, у стены нижней неподвижной части башни, укрепляется ворот с валом, на который наматывается крепкая веревка, положенная на ролики и оканчивающаяся крючком. Вкладывая этот крючок в петли, набитые в большом числе по окружности подвижного барабана или купола, мы можем, навертывая на ворот веревку, передвигать башню в ту и другую сторону, насколько будет нужно.

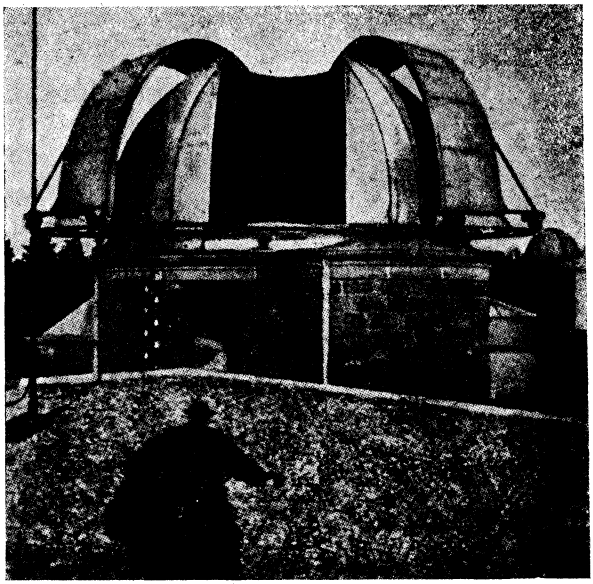


Рис. 108. Гейдельбергская башня.

К сожалению, при такой системе иногда приходится тратить много времени на развертывание веревки, перекидывание ее на другую сторону и новое наматывание. Удобнее системы зубчатых колес, которые, конечно, могут быть весьма разнообразны.

Размер башни обусловливается размерами инструмента, для которого она предназначается, но всегда выгодно иметь некоторый простор. Чтобы не слишком часто передвигать башню, а главное, чтобы воздух внутри башни скорее принимал наружную температуру, выгодно люки делать широкими, если можно, то приблизительно в метр. Для башни в виде барабана это могут быть просто двери, открывающиеся с помощью веревок, перекинутых через блоки (рис. 107). Можно применить также систему сдвигающихся платформ, но это сложнее (рис. 107, задняя большая башня).

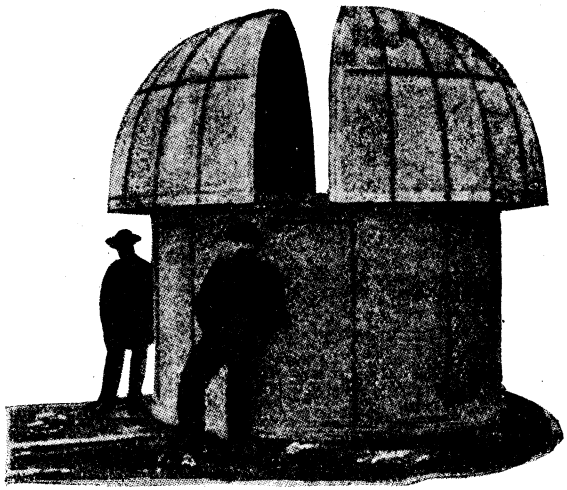


Рис. 109. Башня „Россия", сист. г. Миркалова.

Для купола можно рекомендовать систему, нашедшую применение на многих новых обсерваториях, между прочим, в Гейдельберге (рис. 108).

Русский механик г. Миркалов начал строить башни в виде барабана с куполом, раздвигающимся на-двое, как представлено на рис. 109. Это очень простая система, к сожалению, только при ней наблюдатель плохо защищен от ветра. Впрочем, быть-может, возможны на случай какие-нибудь предохранительные щиты, легко надвигающиеся на блоках.

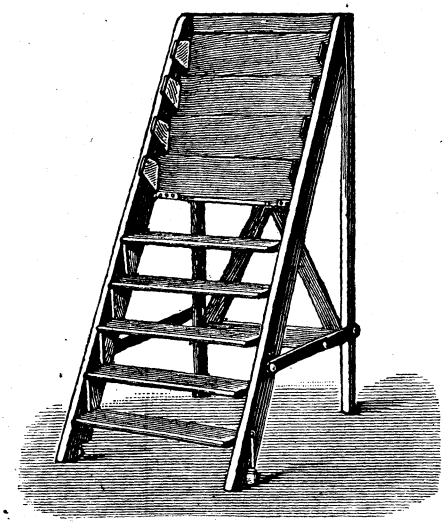


Рис. 110. Лестница для наблюдений.

Что касается обстановки башни, то она прежде всего обусловливается задачами наблюдателя. Безусловно необходимыми являются стол, фонарь и стул.

Так как при наблюдении астроному приходится изменять свое положение в зависимости от положения светила на небе, то выгодно заказать лестницу с откидными ступеньками, так чтобы можно было и стоять и сидеть на ней. Высота лестницы должна быть рассчитана так, чтобы с нее можно было наблюдать и светила, близкие к горизонту, ступеньки же должны быть малой высоты (рис. 110). Еще удобнее лестница с постоянными ступенями обыкновенной высоты (дюймов 8), но при наличности двух-трех переносных подкладок, толщиной дюйма в два.

Таблица I-ая.

Звездное время в средний полдень[1]).

Числа по старому стилю.

День мес.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	19 ч. 31 м.	21 ч. 33 м.	23 ч. 23 м.	1 ч. 26 м.	3 ч. 24 м.	5 ч. 26 м.	7 ч. 24 м.	9 ч. 27 м.	11 ч. 29 м.	13 ч. 27 м.	15 ч. 29 м.	17 ч. 28 м.
2	39	37	27	30	28	30	28	31	33	31	33	32
3	35	41	31	34	32	34	32	35	37	35	37	36
4	43	45	35	38	36	38	36	39	41	39	41	40
5	47	49	39	41	40	42	40	42	45	43	45	43
6	51	53	43	45	44	46	44	46	49	47	49	47
7	55	57	47	49	48	40	48	50	53	51	53	51
8	58	22 1	51	53	52	54	52	54	57	55	57	55
9	20 2	5	55	57	56	58	56	58	12 0	59	16 1	59
10	6	9	59	2 1	59	6 2	8 0	10 2	4	14 3	5	18 3
11	10	12	0 3	5	4 3	6	4	6	8	7	9	7
12	14	16	7	9	7	10	8	10	12	11	13	11
13	18	20	11	13	11	13	12	14	16	15	17	15
14	22	24	15	17	15	17	16	18	20	18	21	19
15	26	28	19	21	19	21	20	22	24	22	25	23
16	30	32	23	25	23	25	24	26	28	26	29	27
17	34	36	27	29	27	29	28	30	32	30	32	31
18	38	40	30	33	31	33	31	34	36	34	36	35
19	42	44	34	37	35	37	35	38	40	38	40	39
20	46	48	38	41	39	41	39	42	44	42	44	43
21	50	52	42	45	43	45	43	46	48	46	48	47
22	54	56	46	48	47	49	47	49	52	50	52	50
23	58	23 0	50	52	51	53	51	53	56	54	56	54
24	21 2	4	54	56	55	57	55	57	13 0	58	17 0	58
25	5	8	58	3 0	59	7 1	59	11 1	4	15 2	4	19 2
26	9	12	1 2	4	5 3	5	9 3	5	7	6	8	6
27	13	16	6	8	6	9	7	9	11	10	12	10
28	17	20	10	12	10	13	11	13	15	14	16	14
29	21		14	16	14	17	15	17	19	18	20	18
30	25		18	20	18	21	19	21	23	22	24	22
31	29		22		22		23	25		25		26

[1]) Настоящая таблица имеет собственно место для года, предшествующего високосному, но при расчетах приблизительных ею можно пользоваться всегда. При точных вычислениях необходим астрономический календарь на соответственный год.

Таблица II-ая.

Для перевода среднего времени в звездное.

Часы		Минуты			
Среднее время	Поправка прибавляется	Среднее время	Поправка прибавляется	Среднее время	Поправка прибавляется
1	+ 0m 9,9	1	+ 0,2	31	+ 5,1
2	0 19,7	2	0,3	32	5,3
3	0 29,6	3	0,5	33	5,4
4	0 39,4	4	0,7	34	5,6
5	0 49,3	5	0,8	35	5,7
6	0 59,1	6	1,0	36	5,9
7	1 9,0	7	1,1	37	6,1
8	1 18,9	8	1,3	38	6,2
9	1 28,7	9	1,5	39	6,4
10	1 38,6	10	1,6	40	6,6
11	1 48,4	11	1,8	41	6,7
12	1 58,3	12	2,0	42	6,9
13	2 8,1	13	2,1	43	7,1
14	2 18,0	14	2,3	44	7,2
15	2 27,8	15	2,5	45	7,4
16	2 37,7	16	2,6	46	7,6
17	2 47,6	17	2,8	47	7,7
18	2 57,4	18	3,0	48	7,9
19	3 7,3	19	3,1	49	8,0
20	3 17,1	20	3,3	50	8,2
21	3 27,0	21	3,4	51	8,4
22	3 36,8	22	3,6	52	8,5
23	3 46,7	23	3,8	53	8,7
24	3 56,6	24	3,9	54	8,9
		25	4,1	55	9,0
		26	4,3	56	9,2
		27	4,4	57	9,4
		28	4,6	58	9,5
		29	4,8	59	9,7
		30	4,9	60	9,9

Пример: 19 ч. 43 м. 34 с. среднего времени превратить в звездное.

На 19 часов поправка + $3^m\ 7{,}3^s$
» 43 минуты » 7,1
» 34 секунды » 0,1
Вся поправка + 3 м. 15 с.

Данный интервал в звездном времени будет 19 ч. 46 м. 49 с.

Таблица III-ая.

Для перевода звездного времени в среднее.

Часы		Минуты			
Звездное время	Поправка вычитается	Звездное время	Поправка вычитается	Звездное время	Поправка вычитается
1	— 0m 9,8	1	— 0,2	31	— 5,1
2	0 19,7	2	0,3	32	5,3
3	0 29,5	3	0,5	33	5,4
4	0 39,3	4	0,7	34	5,6
5	0 49,1	5	0,8	35	5,7
6	0 59,0	6	1,0	36	5,9
7	1 8,8	7	1,1	37	6,1
8	1 18,6	8	1,3	38	6,2
9	1 28,5	9	1,5	39	6,4
10	1 38,3	10	1,6	40	6,6
11	1 48,1	11	1,8	41	6,7
12	1 58,0	12	2,0	42	6,9
13	2 7,8	13	2,1	43	7,1
14	2 17,6	14	2,3	44	7,2
15	2 27,4	15	2,5	45	7,4
16	2 37,3	16	2,6	46	7,6
17	2 47,1	17	2,8	47	7,7
18	2 56,9	18	2,9	48	7,9
19	3 6,8	19	3,1	49	8,0
20	3 16,6	20	3,3	50	8,2
21	3 26,4	21	3,4	51	8,4
22	3 36,3	22	3,6	52	8,5
23	3 46,1	23	3,8	53	8,7
24	3 55,9	24	3,9	54	8,9
		25	4,1	55	0,0
		26	4,3	56	0.2
		27	4,4	57	9,4
		28	4,6	58	9,5
		29	4,8	59	9,7
		30	4,9	60	9,9

Пример: 13 ч. 35 м. 45 с. звездного времени превратить в среднее.

На 13 часов поправка — $2^m\ 7{,}8^s$
» 35 минут » 5,7
» 45 секунд » 0,2
Вся поправка — 2 м. 14 с.

Данный интервал в среднем времени будет 13 ч. 33 м. 31 с.

Таблица IV-ая.

Для перевода времени в дугу.

Часы	Градусы	Минуты времени в дуге			
1^h	15°	1^m	0° 15′	31^m	7° 45′
2	30	2	0 30	32	8 0
3	45	3	0 45	33	8 15
4	60	4	1 0	34	8 30
5	75	5	1 15	35	8 45
6	90	6	1 30	36	9 0
7	105	7	1 45	37	9 15
8	120	8	2 0	38	9 30
9	135	9	2 15	39	9 45
10	150	10	2 30	40	10 0
11	165	11	2 45	41	10 15
12	180	12	3 0	42	10 30
13	195	13	3 15	43	10 45
14	210	14	3 30	44	11 0
15	225	15	3 45	45	11 15
16	240	16	4 0	46	11 30
17	255	17	4 15	47	11 45
18	270	18	4 30	48	12 0
19	285	19	4 45	49	12 15
20	300	20	5 0	50	12 30
21	315	21	5 15	51	12 45
22	330	22	5 30	52	13 0
23	345	23	5 45	53	13 15
24	360	24	6 0	54	13 30
		25	6 15	55	13 45
		26	6 30	56	14 0
		27	6 45	57	14 15
		28	7 0	58	14 30
		29	7 15	59	14 45
		30	7 30	60	15 0

Таблица V-ая.

Для перевода дуги во время.

Градусы во времени				Минуты дуги во времени			
1°	0^h 4^m	110°	7^h 20^m	1′	0^m 4^s	31′	2^m 4^s
2	0 8	120	8 0	2	0 8	32	2 8
3	0 12	130	8 40	3	0 12	33	2 12
4	0 16	140	9 20	4	0 16	34	2 16
5	0 20	150	10 0	5	0 20	35	2 20
6	0 24	160	10 40	6	0 24	36	2 24
7	0 28	170	11 20	7	0 28	37	2 28
8	0 32	180	12 0	8	0 32	38	2 32
9	0 36	190	12 40	9	0 36	39	2 36
10	0 40	200	13 20	10	0 40	40	2 40
11	0 44	210	14 0	11	0 44	41	2 44
12	0 48	220	14 40	12	0 48	42	2 48
13	0 52	230	15 20	13	0 52	43	2 52
14	0 56	240	16 0	14	0 56	44	2 56
15	1 0	250	16 40	15	1 0	45	3 0
16	1 4	260	17 20	16	1 4	46	3 4
17	1 8	270	18 0	17	1 8	47	3 8
18	1 12	280	18 40	18	1 12	48	3 12
19	1 16	290	19 20	19	1 16	49	3 16
20	1 20	300	20 0	20	1 20	50	3 20
30	2 0	310	20 40	21	1 24	51	3 24
40	2 40	320	21 20	22	1 28	52	3 28
50	3 20	330	22 0	23	1 32	53	3 32
60	4 0	340	22 40	24	1 36	54	3 36
70	4 40	350	23 20	25	1 40	55	3 40
80	5 20	360	24 0	26	1 44	56	3 44
90	6 0			27	1 48	57	3 48
100	6 40			28	1 52	58	3 52
				29	1 56	59	3 56
				30	2 0	60	4 0

Таблица VI-ая. **Элементы больших планет и Луны.**

Планета	Время обращения вокруг солнца		Среднее расстояние от солнца		Эксцентриситет	Вращение			
			В единицах расстоян. земли от солнца	Миллионы километров					
	года	дни				дни	час.	м.	с.
Меркурий ☿	—	87,969	0,387	58	0,206	88	—	—	—
Венера . ♀	—	224,701	0,723	108	0,007	225?	—	—	—
Земля . . ♁	1	0,006	1,000	149	0,017	—	23	56	4
Марс . . ♂	1	321,730	1,524	227	0,093	—	24	37	23
Юпитер . ♃	11	314,838	5,203	777	0,048	—	9	55	37
Сатурн . ♄	29	166,986	9,539	1424	0,056	—	10	14	24
Уран . . ♅	84	7,390	19,183	2864	0,046	—	—	—	—
Нептун . ♆	164	280,113	30,054	4487	0,009	—	—	—	—

Луна	
Сидерическое время обращения	27дн., 321661
Тропическое ,, ,, ...	27,321582
Синодическое ,, ,, ...	29,530589
Эксцентриситет	0,054908
Расстояние от земли в земн. радиусах .	60,2703
,, ,, ,, ,, километрах . .	385080
Наибольшее расстояние от земли в килом.	407110
Наименьшее ,, ,, ,, ,, ,,	356656
Диаметр средний в секундах	31′8.0″
,, ,, ,, километрах	3480
Масса (земля = 1)	0,0123
Об'ем	0,0203
Плотность	0,604

Планета	Видимый диаметр				Действительный диаметр		Сжатие	Об'ем	Масса		Плотность	
	С земли			С солнца								
	Мах.	Мин.	Средн.	Средн.	Земля = 1	В километ.		Земля = 1	Солнце – 1	Земля = 1	Земля – 1	Вода – 1
Меркурий.	12,9″	4,5″	8,7″	17,3″	0,373	4 800	0	0,052	$\frac{1}{5310000}$	0,061	1,173	6,45
Венера . .	65,2	9,5	37,3	23,0	0,999	12 700	0	0,975	$\frac{1}{412150}$	0,787	0,807	4,44
Земля . .	—	—	—	17,6	1,000	12 756	$\frac{1}{290}$	1,000	$\frac{1}{324439}$	1,000	1,000	5,50
Марс . . .	30,4	4,1	17,3	7,3	0,528	6 770	0?	0,147	$\frac{1}{3093500}$	0,105	0,711	3,91
Юпитер . .	49,9	30,4	40,1	37,7	11,061	141 700	$\frac{1}{16}$	1279,412	$\frac{1}{1050}$	300,816	0,242	1,33
Сатурн . .	20,7	15,1	17,9	17,5	9,299	119 300	$\frac{1}{9}$	718,883	$\frac{1}{3530}$	91,919	0,128	0,70
Уран . . .	3,5	3,2	3,4	3,6	4,234	50 300	?	69,237	$\frac{1}{24000}$	13,518	0,195	1,07
Нептун . .	2,9	2,6	2,8	2,7	3,798	62 400	?	54,955	$\frac{1}{19700}$	16,469	0,300	1,65

Таблица VII-ая.

Годовая прецессия.

Величины α и δ, которыми определяется положение звезды на небе, с течением времени изменяются. Хотя изменение это в один год невелико, но за большой промежуток времени оно может быть значительно. Чтобы получить по данным α и δ положение звезды через несколько лет, нам придется, таким образом, ввести поправки. Следующая таблица дает эти поправки на 1 год. Поправки прямого восхождения различны для различных часов и для различных склонений. Поправки склонения одинаковы для всех склонений, но различны для различных прямых восхождений.

Пример: Положение *W* Bootis для 1855 года.

$$\alpha = 14^h\ 37^m\ 3^s;\quad \delta = +27^\circ\ 8{,}9'.$$

Найти положение звезды для 1900 года.
Поправка в прямом восхождении на один год $= 2{,}61^s$, на 45 лет $= 117^s = 1^m\ 57^s$.
Поправка склонения на один год $= -15{,}5''$, на 45 лет $= -697'' = -11{,}6'$.
Так что положение *W* Bootis для 1900 года определяется величинами

$$\alpha = 14^h\ 39^m\ 0^s;\quad \delta = +26^\circ\ 57'.$$

Поправка на прецессию в прямом восхождении.																Поправка на прецессию в склонении от 0^h до 6^h и от 18^h до 24^h положительна, а от 6^h до 18^h отрицательна.				
		−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+45°	+50°	+55°	+60°	+65°	+70°	+75°	+80°	Поправка прибавляется.		Поправка склонения.	Поправка вычитается.	
$0^h\ 0^m$	$12^h\ 0^m$	$3{,}07^s$	$3{,}07^s$	$3{,}07^s$	$3{,}07^s$	$3{,}07^s$	$3{,}07^s$	$3{,}07^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$3{,}1^s$	$0^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$	$20{,}1''$	$12^h\ 0^m$	$12^h\ 0^m$
0 40	11 20	2,99	3,03	3,07	3,11	3,15	3,20	3,26	3,3	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,9	4,4	0 20	23 40	20,0	11 40	12 20
1 20	10 40	2,90	2,99	3,07	3,15	3,24	3,33	3,45	3,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,3	4,8	5,7	0 40	23 20	19,7	11 20	12 40
2 0	10 0	2,83	2,95	3,07	3,19	3,31	3,46	3,63	3,7	3,9	4,0	4,2	4,5	4,9	5,6	6,9	1 0	23 0	19,4	11 0	13 0
2 40	9 20	2,76	2,92	3,07	3,22	3,38	3,57	3,79	3,9	4,1	4,3	4,6	4,9	5,4	6,3	7,9	1 20	22 40	18,8	10 40	13 20
3 20	8 40	2,70	2,89	3,07	3,25	3,44	3,66	3,93	4,1	4,3	4,5	4,8	5,3	5,9	6,9	8,9	1 40	22 20	18,2	10 20	13 40
4 0	8 0	2,65	2,87	3,07	3,27	3,49	3,74	4,04	4,2	4,4	4,7	5,1	5,5	6,2	7,4	9,6	2 0	22 0	17,4	10 0	14 0
4 40	7 20	2,61	2,85	3,07	3,29	3,53	3,80	4,12	4,3	4,6	4,9	5,2	5,8	6,5	7,8	10,2	2 20	21 40	16,4	9 40	14 20
5 20	6 40	2,59	2,84	3,07	3,30	3,55	3,83	4,17	4,4	4,6	5,0	5,3	5,9	6,7	8,0	10,5	2 40	21 20	15,4	9 20	14 40
6 0	6 0	2,58	2,83	3,07	3,31	3,56	3,84	4,19	4,4	4,7	5,0	5,4	5,9	6,7	8,1	10,6	3 0	21 0	14,2	9 0	15 0
12 0	0 0	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3 20	20 40	12,9	8 40	15 20
12 40	23 20	3,15	3,11	3,07	3,03	2,99	2,94	2,88	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,4	2,2	1,7	3 40	20 20	11,5	8 20	15 40
13 20	22 40	3,24	3,15	3,07	2,99	2,90	2,81	2,69	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	1,8	1,4	0,5	4 0	20 0	10,0	8 0	16 0
14 0	22 0	3,31	3,19	3,07	2,95	2,83	2,68	2,51	2,4	2,3	2,1	1,9	1,6	1,2	0,6	−0,7	4 20	19 40	8,5	7 40	16 20
14 40	21 20	3,38	3,22	3,07	2,92	2,76	2,57	2,35	2,2	2,0	1,8	1,6	1,2	0,7	−0,1	−1,8	4 40	19 20	6,9	7 20	16 40
15 20	20 40	3,44	3,25	3,07	2,89	2,70	2,48	2,21	2,0	1,8	1,5	1,3	0,9	0,3	−0,7	−2,7	5 0	19 0	5,2	7 0	17 0
16 0	20 0	3,49	3,27	3,07	2 87	2,65	2,40	2,10	1,9	1,7	1,4	1,1	0,6	−0,1	−1,2	−3,5	5 20	18 40	3,5	6 40	17 20
16 40	19 20	3,53	3,29	3,07	2,85	2,61	2,34	2,02	1,8	1,6	1,2	0,9	0,4	−0,4	−1,6	−4,0	5 40	18 20	1,7	6 20	17 40
17 20	18 40	3,55	3,30	3,07	2,84	2,59	2,31	1,97	1,7	1,6	1,1	0,8	0,2	−0,5	−1,8	−4,4	6 0	18 0	0,0	6 0	18 0
18 0	18 0	3,56	3,31	3,07	2,83	2,58	2,30	1,95	1,7	1,5	1,1	0,7	0,2	−0,6	−1,9	−4,5					

Таблица VIII-ая.

Широты и долготы главнейших городов и населенных мест Р. С. Ф. С. Р.

Долгота рассчитана во времени от Гринвича.

Город	Широта	Долгота	Город	Широта	Долгота
Азов	47° 07′	2^h $37{,}7^m$	Вятка	58° 36′	3^h $18{,}7^m$
Акмолы	51 16	3 42,4	Георгиевск	44 9	2 53,9
Алатырь	54 51	3 06,3	Глухов	51 41	2 15,6
Александрополь	40 48	3 06,4	Гомель	52 25	2 04,3
Ананьев	56 00	1 43,7	Гори	41 59	2 56,4
Анапа	44 54	2 29,3	Горки	54 17	2 04,4
Андижан	40 49	4 49,5	Гурьев	47 7	3 28,0
Арзамас	55 23	2 55,3	Дербент	42 04	3 11,5
Архангельск	64 32	2 42,3	Детское село	59 42	2 01,6
Астрахань	46 21	3 12,1	Джизак	40 07	4 31,1
Асхабад	37 45	3 53,3	Евпатория	45 11	2 13,4
Ахалцых	41 39	2 51,9	Ейск	46 43	2 33,1
Ахтырка	50 18	2 19,7	Елец	52 37	2 34,0
Баку	40 21	3 19,3	Екатеринбург	56 49	4 02,4
Балаклава	44 30	2 14,4	Екатеринослав	48 28	2 20,6
Балта	47 56	1 58,5	Елатьма	54 58	2 47,1
Барнаул	53 20	5 35,3	Елизаветград	48 31	2 09,3
Батум	41 40	2 46,3	Елизаветполь	40 41	3 05,5
Бахмут	48 35	2 32,0	Енисейск	58 27	6 07,7
Бахчисарай	44 45	2 15,9	Ессентуки	44 02	2 51,4
Белая Церковь	49 47	2 00,6	Житомир	50 15	1 54,6
Белгород	50 36	2 26,6	Златополь	48 49	2 06,3
Бердичев	49 54	1 54,3	Златоуст	55 10	3 58,7
Бердянск	46 45	2 27,3	Иван. Вознесенск	57 01	2 44,3
Бийск	52 32	5 41,2	Изюм	49 11	2 29,1
Благовещенск	50 15	8 30,8	Ирбит	57 41	5 12,3
Бобруйск	53 08	1 53,8	Иркутск	52 16	6 57,1
Богуслав	49 03	2 02,1	Казань	55 47	3 16,5
Болхов	53 27	2 34,1	Калуга	54 31	2 25,0
Борис., с. Кур. г.	50 36	2 34,0	Каменец Под.	48 40	1 46,3
Борисов	54 15	1 54,1	Камышин	50 05	3 01,6
Борисоглебск	51 22	2 48,4	Карачев	53 07	2 19,9
Брянск	53 15	2 17,3	Карс	40 37	2 52,3
Бугуруслан	53 39	3 31,1	Касимов	54 56	2 45,5
Бузулук	52 47	3 29,0	Катты-Курган	39 53	4 32,9
Бутур., с. Вор. г.	50 44	2 42,8	Кемь	64 57	2 18,6
Васильков	50 11	2 1,3	Керчь	45 21	2 26,0
Велиж	55 37	2 04,9	Кинешма	57 27	2 48,7
Великий Устюг	60 46	3 05,3	Кизляр	43 51	3 06,8
Великие Луки	56 21	2 2,1	Кисловодск	43 54	2 51,3
Верный	43 16	5 06,9	Киев	50 27	2 02,0
Витебск	55 12	2 00,8	Кобеляки	49 9	2 06,3
Владивосток	43 07	8 47,7	Козлов	52 53	2 42,1
Владикавказ	43 02	2 58,7	Кокан	40 31	4 44,0
Владимир губ.	56 08	2 41,6	Кола Архан. г.	68 53	2 12,1
Владимир Вол.	50 51	1 37,0	Коломна	55 6	2 35,0
Вознесенск	47 34	2 05,3	Конотоп	51 14	2 13,0
Вологда	59 13	2 39,5	Кострома	57 46	2 43,7
Вольск	52 02	3 09,6	Красноводск	40 0	3 32,0
Воронеж	51 40	2 36,8	Краснодар	45 01	2 36,0
Вотк. зав. Вят. г.	57 27	3 32,0	Красноуфимск	56 38	3 50,7
Вытегра	61 00	2 25,8	Красноярск	56 1	6 12,6
Вышний Волоч.	57 35	2 18,1	Кременчуг	49 4	2 13,6
Вязьма	55 12	2 18,1	Кронштадт	60 0	1 59,1

Город	Широта		Долгота		Город	Широта		Долгота	
Кузнецк Сар. г.	53°	7′	3h	06,7m	Самарканд	39°	39′	4h	28,0m
Курск	51	44	2	24,8	Саранск	54	1	3	00,8
Кутаис	42	16	2	50,8	Сарапул	56	28	3	35,2
Лебедин	50	35	2	18,0	Саратов	51	32	3	04,3
Ленкорань	38	46	3	15,4	Севастополь	44	37	2	14,1
Ливны	52	25	2	30,4	Семипалатинск	50	24	5	20,4
Липецк	52	37	2	38,4	Серг. пос. Моск. г.	55	5	2	35,4
Лубны	50	1	2	12,3	Серпухов	54	54	2	29,7
Луганск Екат. г.	48	27	2	34,0	Симбирск	54	19	3	13,6
Майкоп	44	36	2	40,4	Симферополь	44	57	2	16,4
Мариуполь	47	6	2	30,5	Скопин	53	49	2	38,2
Мезень	65	50	2	57,1	Славянск	48	51	2	30,4
Мелитополь	46	51	2	21,5	Слуцк	53	2	1	50,2
Мигулинская ст.	49	32	2	50,7	Смоленск	54	47	2	08,2
Минск	53	54	1	50,2	Соловецкий Монаст.	65	1	2	23,3
Могилев Губ. г.	53	54	2	01,3	Ставроп. Губ. г.	45	3	2	48,0
Могилев Подол. г.	48	27	1	51,2	Старая Русса	57	59	2	05,4
Моздок	43	44	2	58,7	Стародуб	52	35	2	11,0
Моршанск	53	26	2	47,4	Старо-Констант.	49	45	1	48,9
Москва	55	45	2	30,3	Сумы	50	54	2	19,2
Муром	55	35	2	48,3	Сухум-Кале	42	59	2	44,0
Мценск	53	17	2	26,3	Сызрань	53	9	3	14,5
Нахич. на Дону	47	14	2	39,1	Таганрог	47	12	2	35,8
Невьянский зав.	57	30	4	01,3	Тамбов	52	44	2	45,8
Нижнетагил. зав.	58	3	4	01,3	Ташкент	41	20	4	37,2
Нижний-Новгород	56	20	2	56,0	Тверь	56	52	2	23,6
Николаевск	53	8	9	22,9	Тем.-Хан.-Шура	42	50	3	08,4
Николаев	46	58	2	07,9	Тифлис	41	42	2	59,3
Новгород	58	31	2	05,1	Тобольск	58	13	4	33,1
Новомосковск	48	38	2	21,1	Томск	56	29	5	39,8
Новочеркасск	47	25	2	40,4	Торжок	57	2	2	19,8
Нуха	41	12	3	08,8	Троицк	54	5	4	06,2
Нежин	51	3	2	07,6	Тула	54	12	2	30,5
Одесса	46	29	2	03,0	Тургай	49	38	4	14,4
Омск	54	59	4	53,5	Тюмень	57	10	4	22,1
Онега	63	54	2	32,0	Умань	48	45	2	01,8
Орел	52	58	2	24,3	Уральск	51	12	3	25,4
Оренбург	51	45	3	40,4	Усть-Сысольск	61	40	3	23,0
Охотск	59	21	9	33,2	Уфа	54	43	3	43,8
Очаков	46	37	2	06,2	Феодосия	45	1	2	21,6
Павлоград	48	32	2	23,5	Хабаровск	48	28	9	00,5
Пенза	53	11	3	0,1	Харьков	50	0	2	24,9
Пермь	58	1	3	45,1	Хвалынск	52	30	3	12,4
Петербург	59	57	2	01,2	Херсон	46	38	2	10,5
Петровск Сар. г.	52	19	3	01,6	Ходжент	41	17	4	38,7
Петрозаводск	61	47	2	17,6	Царицын	48	42	2	58,1
Петропавл. Акм. обл.	54	53	4	36,4	Черкасы	49	27	2	08,3
Петропавлов. порт.	53	1	10	34,9	Чернигов	51	29	2	05,2
Полоцк	55	29	1	55,0	Чигирин	49	5	2	10,7
Полтава	49	35	2	18,3	Чистополь	55	22	3	22,6
Поти	42	8	2	46,6	Чита	52	1	7	34,0
Проскуров	49	26	1	48,0	Шемаха	40	38	3	14,6
Псков	57	49	1	53,3	Шлиссельбург	59	57	2	04,1
Пулково	59	46	2	01,3	Шуша	39	46	3	07,0
Пятигорск	44	3	2	52,4	Шуя	56	51	2	45,6
Ржев	56	16	2	17,4	Эривань	40	10	2	58,0
Ромны	50	45	2	14,0	Юрьевец Костр.	57	19	2	51,4
Ростов на Д.	47	13	2	38,9	Якутск	62	1	8	39,0
Рыбинск	58	3	2	35,5	Ялта	44	30	2	36,8
Рязань	54	38	2	39,0	Ярославль	57	37	2	39,6
Самара	53	11	3	20,4					

Таблица IX-я.

Положения главнейших звезд северного неба для 1925 г.

Звезда	Величина	α	Изменение α в год	δ	Изменение δ в год
α Andromedae	2,1	$0^h\ 4^m\ 30{,}46^s$	$+\ 3{,}1075^s$	$+\ 28^\circ\ 40'\ 34{,}2''$	$+19{,}720''$
β Cassiopejae	2,2	6 3,02	+ 3,2549	+ 58 44 9,1	+19,681
γ Pegasi	2,7	9 22,27	+ 3,0868	+ 14 45 59,6	+20,002
ι Ceti	3,5	15 36,39	+ 3,0551	— 9 14 22,8	+19,966
ζ Cassiopejae	3,8	32 46,95	+ 3,3322	+ 53 29 3,6	+19,830
δ Andromedae	3,2	35 18,79	+ 3,2134	+ 30 27 2,6	+19,644
α Cassiopejae	Перем. 2,2—2,8	36 14,38	+ 3,3955	+ 56 7 34,4	+19,741
β Ceti	2,2	39 49,61	+ 3,0282	— 18 23 52,8	+19,825
γ Cassiopejae	2,0	52 10,04	+ 3,6055	+ 60 18 39,4	+19,526
μ Andromedae	3,9	52 35,08	+ 3,3353	+ 38 5 34,6	+19,598
η Ceti	3,3	1 4 49,03	+ 3,0307	— 10 34 46,8	+18,991
β Andromedae	2,1	5 31,67	+ 3,3675	+ 35 13 23,8	+19,013
ϑ Ceti	3,4	20 16,41	+ 2,9926	— 8 34 7,9	+18,408
δ Cassiopejae	2,7	20 53,81	+ 3,9436	+ 59 50 45,7	+18,733
η Piscium	3,6	27 27,99	+ 3,2081	+ 14 57 34,6	+18,598
υ Persei	3,6	33 22,73	+ 3,6764	+ 48 14 55,2	+18,189
α Urs.min.(Polar.)	2,0	34 10,98	+ 2,9928	+ 88 54 11,2	+18,466
τ Ceti	3,4	40 34,42	+ 2,6674	— 16 19 51,1	+19,858
ζ Ceti	3,5	47 45,46	+ 2,9626	— 10 42 18,3	+17,812
α Trianguli	3,5	48 48,04	+ 3,4154	+ 29 12 49,6	+17,374
ε Cassiopejae	3,3	48 58,78	+ 4,2942	+ 63 18 5,6	+17,806
β Arietis	2,7	50 29,57	+ 3,3159	+ 20 26 30,8	+17,554
υ Ceti	3,9	56 28,31	+ 2,8357	— 21 26 26,4	+17,494
γ Andromedae	2,1	59 17,25	+ 3,6771	+ 41 58 13,6	+17,297
α Arietis	2,0	2 2 56,50	+ 3,3906	+ 23 6 30,1	+16,956
β Trianguli	3,0	5 4,49	+ 3,5748	+ 34 37 59,7	+17,067
ω Ceti (Mira)	Перем. 1,7—9,0	15 33,38	+ 3,0297	— 3 19 3,4	+16,192
δ Ceti	3,9	35 38,17	+ 3,0738	+ 0 0 20,7	+15,608
γ Ceti	3,4	39 24,67	+ 3,0964	+ 2 55 13,2	+15,107
η Persei	3,8	45 12,75	+ 4,3624	+ 55 35 7,5	+15,058
41 Arietis	3,6	45 33,86	+ 3,5311	+ 26 57 7,9	+14,829
η Eridani	3,7	52 45,76	+ 2,9349	— 9 11 46,2	+14,193
α Ceti	2,5	58 21,38	+ 3,1328	+ 3 47 46,6	+14,139
γ Persei	3,0	59 20,13	+ 4,3304	+ 53 12 50,3	+14,229
ϱ Persei	Перем. 3,4—4,2	3 0 21,85	+ 3,8482	+ 38 33 2,4	+13,965
β Persei	Перем. 2,2—3,7	3 16,87	+ 3,8958	+ 40 40 2,3	+13,988
α Persei	1,9	18 57,51	+ 4,2742	+ 49 35 43,9	+12,927
o Tauri	3,6	3 20 46,45	+ 3,2217	+ 8 45 36,9	+12,699
ξ Tauri	3,6	23 6,12	+ 3,2527	+ 9 28 19,4	+12,604
ε Eridani	3,5	29 23,43	+ 2,7599	— 9 42 40,7	+12,285
δ Persei	3,0	37 34,60	+ 4,2651	+ 47 32 56,7	+11,626
o Persei	3,9	39 36,63	+ 3,7578	+ 32 3 6,5	+11,514
δ Eridani	3,4	39 39,21	+ 2,8665	— 10 0 55,0	+13,034
ν Persei	3,9	40 5,50	+ 4,0677	+ 42 20 34,6	+11,506
η Tauri	3,0	43 1,35	+ 3,5644	+ 23 52 27,5	+11,206
27 Tauri	3,8	44 41,92	+ 3,5649	+ 23 49 30,8	+11,090
ζ Persei	2,9	49 24,78	+ 3,7677	+ 31 39 43,8	+10,815
ε Persei	3,0	52 48,91	+ 4,0221	+ 39 47 40,4	+10,529
γ Eridani	3,0	54 31,77	+ 2,8024	— 13 43 16,0	+10,228
λ Tauri	Перем. 3,4—4,2	56 31,33	+ 3,3209	+ 12 16 46,3	+10,279
ν Tauri	3,9	59 9,88	+ 3,1901	+ 5 46 56,0	+10,086
γ Tauri	3,7	4 15 31,40	+ 3,4202	+ 15 26 51,5	+ 8,789
δ Tauri	3,8	18 36,46	+ 3,4655	+ 17 22 4,0	+ 8,542
ε Tauri	3,5	24 14,13	+ 3,5092	+ 19 0 55,2	+ 8,087
α Tauri	1	31 36,91	+ 3,4455	+ 16 21 34,3	+ 7,186
ν Eridani	3,8	32 34,22	+ 2,9970	— 3 30 17,0	+ 7,475

Звезда	Величина	α	Изменение α в год	δ	Изменение δ в год
53 Eridani	3,9	$4^h\ 34^m\ 44{,}64^s$	$+2{,}7410^s$	$-14°\ 26'\ 59{,}8''$	$+6{,}976''$
μ Eridani	3,8	41 45,09	+3,0006	− 3 23 27,7	+6,709
π^4 Orionis	3,7	47 12,60	+3,1942	+ 5 28 40,6	+6,268
π^3 Orionis	3,7	50 20,59	+3,1238	+ 2 19 8,3	+6,015
ι Aurigae	2,7	52 6,40	+3,9057	+33 2 55,7	+5,839
η Aurigae	3,3	5 1 15,14	+4,2076	+41 8 4,3	+4,970
β Eridani	2,7	4 9,68	+2,9431	− 5 10 56,6	+4,698
β Orionis	1	10 55,95	+2,8828	− 8 17 13,8	+4,279
α Aurigae	1	11 8,77	+4,4379	+45 55 22,2	+3,417
τ Orionis	3,7	13 57,72	+2,9112	− 6 55 27,6	+4,006
η Orionis	3,3	20 42,34	+3,0169	− 2 27 53,8	+3,444
γ Orionis	1,7	21 6,45	+3,2170	+ 6 16 58,3	+3,368
β Tauri	1,8	21 32,98	+3,7942	+28 32 43,2	+3,021
δ Orionis	2,2	28 10,44	+3,0645	− 0 21 12,5	+2,793
α Leporis	2,6	29 25,30	+2,6459	−17 52 29,9	+2,690
ι Orionis	2,8	31 45,84	+2,9352	− 5 57 29,0	+2,476
ε Orionis	1,6	32 24,42	+3,0439	− 1 14 55,2	+2,424
ζ Tauri	3,0	33 9,69	+3,5858	+21 5 53,3	+2,316
δ Orionis	3,8	34 58,81	+3,0114	− 2 38 31,9	+2,204
ζ Leporis	3,5	43 33,39	+2,7169	−14 50 55,8	+1,453
$\varkappa$ Orionis	2,1	44 11,94	+2,8457	− 9 41 42,6	+1,396
ν Aurigae	3,9	46 17,44	+4,1569	+39 7 41,6	+1,251
α Orionis	1	51 6,67	+3,2500	+ 7 23 40,0	+0,827
η Leporis	3,6	52 59,31	+2,7298	−14 10 48,4	+0,913
δ Aurigae	3,8	53 21,14	+4,9502	+54 16 50,7	+0,375
β Aurigae	1,9	54 1,62	+4,3974	+44 56 29,4	+0,539
ϑ Aurigae	2,7	54 36,45	+4,0968	+37 12 31,6	+0,327
η Geminorum	3,3	6 10 21,02	+3,6182	+22 31 47,9	−0,905
μ Geminorum	2,9	18 25,56	+3,6356	+22 33 12,2	−1,805
β Canis maj.	2,0	19 23,79	+2,6414	−17 55 3,4	−1,671
γ Geminorum	2,0	33 22,82	+3,4705	+16 27 52,4	−2,976
ε Geminorum	3,1	39 19,16	+3,6934	+25 12 24,5	−3,425
α Canis majoris	1	41 50,50	+2,6068	−16 36 50,1	−6,045
ϑ Geminorum	3,4	47 50,89	+3,9582	+34 3 11,0	−4,236
ζ Geminorum		59 39,73	+3,5605	+20 40 54,1	−5,140
λ Geminorum	3,6	7 13 47,04	+3,4467	+16 40 36,7	−6,406
δ Geminorum	3,3	15 38,75	+3,5849	+22 8 23,5	−6,493
ι Geminorum	3,8	21 4,24	+3,7214	+27 56 54,4	−7,089
β Canis min.	2,9	23 5,07	+3,2522	+ 8 26 29,8	−7,168
α Geminorum	Дв. 1,8 и 2,8	7 29 48,89	+3,8211	+32 3 17,0	−7,793
α Canis minoris	0,5	35 22,38	+3,0952	+ 5 25 46,7	−10,139
$\varkappa$ Geminorum	3,4	39 55,36	+3,6244	+24 34 44,7	−8,550
β Geminorum	1,1	40 43,54	+3,6285	+28 12 30,9	−8,611
β Cancri	3,5	8 12 26,97	+3,2528	+ 9 25 3,7	−11,035
o Ursae majoris	3,3	24 2,86	+4,9996	+60 58 11,3	−11,977
δ Cancri	3,9	40 25,55	+3,4124	+18 25 50,3	−13,366
ε Hydrae	3,3	42 48,31	+3,1669	+ 6 41 41,6	−13,155
ζ Hydrae	3,1	51 25,83	+3,1663	+ 6 13 55,0	−13,594
ι Ursae majoris	2,9	54 4,69	+4,0766	+48 20 12,7	−14,276
$\varkappa$ Ursae majoris	3,3	58 30,83	+4,1057	+47 27 14,9	−14,191
ϑ Hydrae	3,9	9 10 27,88	+3,1323	+ 2 37 51,9	−15,417
40 Lyncis	3,2	16 29,41	+3,6443	+34 42 38,3	−15,115
α Hydrae	2,0	23 55,24	+2,9482	− 8 19 57,7	−15,495
λ Ursae majoris	3,5	25 38,25	+4,7754	+63 23 27,7	−15,590
ϑ Ursae majoris	3,1	27 50,61	+3,9248	+52 1 9,6	−16,862
o Leonis	3,8	37 8,96	+3,1953	+10 14 3,3	−16,337
ε Leonis	3,0	41 35,87	+3,4073	+24 7 13,1	−16,520
η Leonis	3,4	10 3 14,79	+3,2739	+17 7 44,4	−17,500
α Leonis	1,3	4 22,72	+3,1812	+12 20 3,6	−17,539
λ Hydrae	3,7	6 55,84	+2,9116	−11 58 58,4	−17,819

Звезда	Величина	α	Изменение α в год	δ	Изменение δ в год
ζ Leonis	3,4	$10^h\ 12^m\ 31{,}38^s$	$+3{,}3430^s$	$+23°\ 47'\ 30{,}1''$	$-17{,}885''$
λ Ursae majoris	3,4	12 34,81	+3,6138	+43 17 21,9	—17,970
μ Ursae majoris	3,0	17 52,08	+3,5770	+41 52 38,2	—18,029
μ Hydrae	3,9	22 27,72	+2,8927	—16 27 11,1	—18,412
ς Leonis	3,8	28 51,83	+3,1604	+ 9 41 34,9	—18,482
ν Hydrae	3,2	45 55,43	+2,9656	—15 48 2,1	—18,611
β Ursae majoris	2,3	57 19,72	+3,6473	+56 50 17,7	—19,241
α Ursae majoris	1,8	59 6,77	+3,7062	+62 9 22,0	—19,479
ψ Ursae majoris	3,0	11 5 27,25	+3,3772	+44 54 20,3	—19,546
δ Leonis	3,4	10 7,41	+3,2050	+20 56 4,8	—19,840
ϑ Leonis	3,3	10 18,37	+3,1463	+15 50 22,8	—19,733
ν Ursae majoris	3,4	14 25,96	+3,2454	+33 30 13,6	—19,602
δ Crateris	3,6	15 35,32	+2,9889	—14 22 19,9	—19,266
λ Draconis	3,6	26 58,26	+3,5823	+69 48 1,3	—19,876
$\varkappa$ Ursae majoris	3,8	42 5,77	+3,1645	+48 11 43,1	—19,943
β Leonis	2,1	45 13,97	+3,0280	+14 59 28,3	—20,238
β Virginis	3,5	46 47,46	+3,1746	+ 2 11 13,2	—20,563
γ Ursae majoris	2,3	49 53,69	+3,1778	+54 6 42,2	—20,021
ε Corvi	3,0	12 6 15,82	+3,0768	—22 12 9,6	—20,017
δ Ursae majoris	3,4	11 43,43	+2,9950	+57 26 57,1	—20,015
γ Corvi	2,4	11 56,72		—17 7 37,1	—19,985
η Virginis	3,7	16 4,07	+3,0647	— 0 15 0,6	—20,044
δ Corvi	2,8	25 58,78	+3,0869	—16 5 53,7	—20,203
$\varkappa$ Draconis	3,6	30 20,33	+3,1462	+70 12 5,2	—19,858
γ Virginis	Дв. 3,3—3,3	37 51,34	+3,0015	— 1 2 19,0	—19,766
ε Ursae majoris	1,7	50 44,18	+2,6604	+56 21 59,8	—19,582
ε Virginis	3,4	51 49,32	+2,9897	+ 3 48 16,3	—19,666
12 Canum ven. втор.	2,8	52 31,25	+2,7903	+38 43 23,4	—19,426
ε Virginis	2,8	58 26,52	+2,9681	+11 21 43,0	—19,368
ζ Ursae maj. перв.	2,4	13 20 54,63	+2,4347	+55 18 59,8	—18,865
α Virginis	1,1	21 14,33	+3,1549	—10 46 13,4	—18,873
ζ Virginis	3,3	30 52,10	+3,0363	— 0 12 46,7	—18,429
η Ursae majoris	1,8	44 35,21	+2,3554	+49 41 13,3	—18,042
η Bootis	2,8	51 6,80	+2,8528	+18 46 21,2	—18,473
α Bootis	1	14 12 14,01	+2,6582	+19 34 9,9	—20,811
ϑ Bootis	3,9	22 38,52	+2,0174	+52 11 46,5	—17,103
ς Bootis	3,7	28 35,85	+2,5787	+30 41 0,2	—15,763
γ Bootis	2,9	29 3,48	+2,4076	+38 38 8,9	—15,674
ζ Bootis	Дв. 3,8—4,2	37 34,01	+2,8678	+14 2 56,8	—15,558
μ Virginis	3,9	39 6,34	+3,1658	— 5 20 0,7	—16,073
109 Virginis	3,7	42 27,29	+3,0553	+ 2 12 28,4	—15,309
α Librae	2,7	46 43,49	+3,3069	—15 43 52,3	—15,134
β Ursae minoris	2,0	50 54,31	—0,2089	+74 27 43,3	—14,710
β Bootis	3,3	59 7,24	+2,2564	+40 41 7,7	—14,326
δ Bootis	3,2	15 12 28,78	+2,4264	+33 35 36,9	—13,638
β Librae	2,5	12 58,07	+3,2191	— 9 6 26,3	—13,421
γ Ursae minoris	3,0	20 50,04	+0,1165	+72 6 3,2	—12,796
ι Draconis	3,2	23 15,53	+1,3317	+59 13 42,0	—12,644
β Coronae boreal.	3,7	24 44,13	+2,4607	+29 21 48,3	—12,427
α Coronae boreal.	2,2	31 30,76	+2,5491	+26 57 57,6	—12,309
γ Coronae boreal.	3,8	39 35,54	+2,5120	+26 31 56,1	—11,474
α Serpentis	2,5	40 34,38	+2,9627	+ 6 39 38,1	—11,390
β Serpentis	3,4	42 43,55	+2,7734	+15 39 19,4	—11,427
μ Serpentis	3,3	45 42,20	+3,1228	— 3 12 15,2	—11,168
ε Serpentis	3,5	47 4,59	+2,9973	+ 4 42 8,9	—10,885
γ Serpentis	3,7	52 59,36	+2,7912	+15 54 12,5	—13,156
ϑ Draconis	3,8	16 0 28,68	+1,0811	+58 45 56,2	— 9,313
β Scorpii	2,6	1 4,34	+3,4839	—19 36 5,5	—10,017
δ Ophiuchi	2,8	10 24,78	+3,1390	— 3 30 9,6	— 9,544
ε Ophiuchi	3,2	14 21,07	+3,1774	— 4 30 39,3	— 8,875

Звезда	Величина	α	Изменение α в год	δ	Изменение δ в год
τ Herculis. . . .	3,6	$16^h\ 17^m\ 29{,}12^s$	$+1{,}8015^s$	$+46°\ 29'\ 28{,}5''$	$-8{,}618''$
γ Herculis. . . .	3,5	18 36,60	+2,6418	+19 19 41,6	— 8,519
η Draconis . . .	2,7	22 58,27	+0,8051	+61 41 1,5	— 8,119
α Scorpii	1,2	24 48,31	+3,6741	—26 16 1,3	— 8,170
β Herculis. . . .	2,6	26 59,67	+2,5714	+21 39 7,0	— 7,972
λ Ophiuchi . . .	3,7	27 7,73	+3,0219	+ 2 8 47,8	— 8,103
ζ Ophiuchi . . .	2,6	33 1,62	+3,3024	—10 24 59,2	— 7,404
η Herculis. . . .	3,3	40 19,47	+2,0597	+39 3 50,3	— 7,011
$\varkappa$ Ophiuchi . . .	3,2	54 6,93	+2,8187	+ 9 29 25,5	— 5,729
ε Herculis. . . .	3,6	57 25,15	+2,2914	+31 2 9,2	— 5,374
η Ophiuchi . . .	2,4	17 6 4,50	+3,4407	—15 37 14,8	— 4,517
α Herculis. . . .	Перем. 3,1—3,9 и дв. 3,0—5,5	11 13,60	+2,7339	+14 28 28,8	— 4,195
δ Herculis. . . .	3,0	11 57,01	+2,4622	+24 55 35,0	— 4,507
π Herculis. . . .	3,1	12 26,04	+2,0869	+36 53 33,8	— 4,195
ϑ Ophiuchi . . .	3,2	17 24,06	+3,6814	—24 55 34,2	— 3,780
β Draconis. . . .	2,7	28 44,23	+1,3532	+52 21 22,7	— 2,716
α Ophiuchi . . .	2,1	31 27,16	+2,7918	+12 36 47,0	— 2,977
ξ Serpentis . . .	3,5	33 17,42	+3,4302	—15 21 10,3	— 2,485
ι Herculis. . . .	3,6	37 20,82	+1,6924	+46 2 43,4	— 1,998
β Ophiuchi . . .	2,8	39 45,99	+2,9602	+ 4 35 51,1	— 1,483
μ Herculis. . . .	3,3	43 31,20	+2,3228	+27 45 44,9	— 2,959
γ Ophiuchi . . .	3,7	44 7,87	+3,0059	+ 2 44 2,8	— 1,563
ξ Draconis. . . .	3,6	52 13,96	+1,0492	+56 53 2,6	— 0,534
ϑ Herculis. . . .	3,8	53 40,83	+2,0574	+37 15 34,4	— 0,558
ν Ophiuchi . . .	3,4	54 53,80	+3,3012	— 9 45 57,2	— 0,706
ξ Herculis. . . .	3,7	54 51,03	+2,3376	+29 15 17,4	— 0,519
γ Draconis. . . .	2,3	54 51,84	+1,3915	+51 29 49,3	— 0,504
72Ophiuchi . . .	3,6	18 3 47,59	+2,8395	+ 9 33 7,5	+ 0,468
o Herculis. . . .	3,8	4 36,99	+2,3401	+28 45 3,9	+ 0,387
δ Sagittarii . . .	2,7	16 11,56	+3,8436	—29 51 41,6	+ 1,303
η Serpentis . . .	3,2	17 25,52	+3,0663	— 2 55 14,0	+ 0,104
109 Herculis. . .	3,9	20 28,66	+2,2701	+21 44 2,6	+ 1,258
χ Draconis. . . .	3,6	22 25,21	—0,9633	+72 42 0,7	+ 1,237
α Lyrae	1	34 24,02	+2,0489	+38 42 48,0	+ 3,545
β Lyrae	Перем. 3,4—4,5	47 18,64	+2,2150	+33 16 28,9	+ 4,089
γ Lyrae	3,2	56 8,25	+2,2433	+32 35 8,6	+ 4,842
ζ Aquilae	3,0	19 1 57,75	+2,7562	+13 45 2,3	+ 5,133
λ Aquilae	3,2	2 16,13	+3,1823	— 4 59 47,0	+ 5,184
π Sagittarii . . .	2,9	5 18,26	+3,5681	—21 8 39,4	+ 5,539
δ Draconis. . . .	3,0	12 32,63	+0,0370	+67 31 46,8	+ 6,415
$\varkappa$ Cygni	3,8	15 22,25	+1,3944	+53 13 46,6	+ 6,703
δ Aquilae	3,3	21 43,10	+3,0416	+ 2 57 51,0	+ 7,148
β Cygni	3,0	27 41,78	+2,4187	+27 48 4,1	+ 7,452
ι Cygni	3,9	27 48,92	+1,5154	+51 34 10,1	+ 7,734
γ Aquilae	2,7	42 41,64	+2,8529	+10 25 45,9	+ 8,666
δ Cygni	2,8	42 37,90	+1,8807	+44 56 48,9	+ 8,746
δ Sagittae	3,8	44 2,61	+2,6753	+18 20 53,7	+ 8,799
α Aquilae	1	47 7,61	+2,9630	+ 8 40 10,8	+ 9,779
ε Draconis. . . .	3,8	48 26,22	—0,1756	+70 4 36,9	+ 9,195
β Aquilae	3,7	51 37,76	+2,9492	+ 6 13 3,6	+ 8,403
γ Sagittae	3,6	55 25,30	+2,6718	+19 17 9,9	+ 9,705
ϑ Aquilae	3,1	20 7 26,15	+3,0981	— 1 2 42,1	+ 10,572
α Capricorni втор.	3,6	13 53,72	+3,3341	—12 46 42,1	+ 11,058
β Capricorni . . .	3,1	16 47,95	+3,3744	—15 1 9,6	+ 11,258
γ Cygni	2,3	19 32,16	+2,1531	+40 0 57,0	+ 11,452
ε Delphini. . . .	3,9	29 37,80	+2,8667	+11 2 50,3	+ 12,111
β Delphini. . . .	3,5	34 1,95	+2,8204	+14 19 59,5	+ 12,393
α Delphini. . . .	3,7	36 9,29	+2,7911	+15 38 48,3	+ 12,598
α Cygni	1,3	38 52,48	+2,0452	+45 0 41,7	+ 12,796

Звезда	Величина	α	Изменение α в год	δ	Изменение δ в год
ε Cygni	2,4	$20^h\ 43^m\ 10{,}71^s$	$+2{,}4562^s$	$+33°\ 41'\ 5{,}3''$	$+13{,}737''$
ε Aquarii	3,6	43 37,05	+3,2506	— 9 48 27,3	+13,052
η Cephei	3,5	43 46,09	+1,2372	+61 32 53,4	+14,765
ν Cygni	3,9	54 22,58	+2,2367	+40 52 39,3	+13,776
ξ Cygni	3,9	21 2 13,14	+2,1829	+43 37 40,3	+14,293
61 Cygni первая	5,4	3 33,76	+3,0368	+38 23 3,4	+20,854
ζ Cygni	3,1	9 44,59	+2,5522	+29 55 6,3	+14,634
τ Cygni	3,8	11 47,84	+2,4075	+37 43 30,7	+15,743
α Equulei	3,9	12 4,54	+3,0033	+ 4 56 12,3	+14,712
δ Cephei	2,5	16 47,54	+1,4547	+62 16 2,8	+15,265
β Aquarii	2,9	27 36,72	+3,1606	— 5 54 7,0	+15,751
β Cephei	3,1	27 41,98	+0,7857	+70 13 52,5	+15,790
γ Capricorni	3,6	35 56,36	+3,3399	—17 0 6,7	+16,167
ε Pegasi	2,3	40 30,14	+2,9483	+ 9 31 49,3	+16,433
δ Capricorni	2,8	42 54,30	+3,3315	—16 28 7,7	+15,963
α Aquari	2,9	22 1 55,95	+3,0828	— 0 41 5,6	+17,419
ι Pegasi	3,9	3 31,19	+2,8133	+24 58 36,4	+17,546
ϑ Pegasi	3,6	6 25,09	+3,0448	+ 5 49 41,8	+17,685
ζ Cephei	3,4	8 14,97	+2,0795	+57 49 51,9	+17,714
γ Aquarii	3,7	17 47,03	+3,1074	— 1 45 57,2	+18,088
τ Lacertae	3,8	28 11,96	+2,4826	+49 53 47,3	+18,485
η Aquarii	3,9	31 30,21	+3,0892	— 0 30 16,9	+18,451
ζ Pegasi	3,3	37 43,27	+2,9968	+10 26 21,6	+18,734
η Pegasi	2,9	39 29,05	+2,8110	+29 49 42,3	+18,748
λ Pegasi	3,9	42 55,01	+2,8918	+23 10 13,8	+18,895
μ Pegasi	3,6	46 22,93	+2,9045	+24 12 18,3	+18,932
ι Cephei	3,5	47 0,25	+2,1174	+65 48 19,7	+18,787
λ Aquarii	3,8	48 42,17	+3,1314	— 7 58 44,6	+19,152
δ Aquarii	3,2	50 40,29	+3,1825	—16 13 12,3	+19,090
o Andromedae	3,5	58 27,00	+2,7585	+41 55 20,8	+19,296
β Pegasi	2,4	23 0 8,22	+2,9202	+27 40 32,9	+19,635
α Pegasi	2,4	1 1,41	+2,9909	+14 48 4,7	+19,339
γ Piscium	3,7	13 16,86	+3,1598	+ 2 52 19,9	+19,661
λ Andromedae	3,8	33 53,31	+2,9449	+46 3 3,7	+19,067
γ Cephei	3,3	36 15,22	+2,4233	+77 12 50,2	+20,250
ω Piscium	3,9	55 27,57	+3,0895	+ 6 26 52,5	+19,823

Алфавитный указатель русских имен.

Предметы, которые можно наблюдать в *каждом* созвездии, перечислены в латинском указателе.

Августовский поток метеоров (Персеиды) 35, 131.
Авзоний 153.
Азимута определение 133.
Азимутальная установка 14. Переделка в параллактическую 21, 22.
Аквариды 130.
Альбирео (β Cygni) 151. Дв. 29, 160. Перем. 190. Цв. 194.
Альгениб (γ Pegasi) 153.
Альголь (β Persei) 36, 149, 153, 168, 169. — Наблюдения minimum'a — 176. Звезды сравнения 179.
Альдебаран (α Tauri) 149, 153, 155, 185. — Мерцание 156. — Цвет 192.
Алькор (g Ursae Maj.) 35, 148, 156, 160.
Альпы (на Луне) 100.
Альтаир (α Aguilae) 151, 153, 155. — Мерцание 157.
Альфонс, цирк 103, 104.
Альциона — зв. в Плеядах 197.
Амфитрида, пл. 67.
Андромеда созв. 134, 149, 152.
Андромедиды (Биелиды) 35, 128, 131.
Аномальные хвосты комет 123.
Антарес (α Scorpii) 153, 155. — Мерц. 156. — Дв. 30, 165. — Цв. 192.
Аппенины (на Луне) 89, 100, 111.
Араго 157.
Аргеландер 155, 170, 171, 178, 185, 188, 189, 191. — *Степень* 171.
Арго корабль созв. 152.
Ареографические карты 63.
Аристарх, цирк 87, 88, 109, 111.
Аристилл, цирк 89, 101.
Аристотель, цирк 100, 101.
Арктур (α Bootis) 150, 153, 154. — Мерц. 156. — Цв. 192.
Архимед, цирк 88, 89, 101, 111.
Астероиды 67.
Атлас, цирк 96.
Атмосфера Венеры 60. Марса 65, 66. Луны 88, 116. Солнца 42. Юпитера 69. Спутников Юпитера 75. Атмосферы влияние на наблюдения 10.
Аутолик, цирк 89, 101.

Беер 61.
Беллятриск (γ Orionis) 153.
Бензина употр. 7, 29.
Бессель 125, 161, 187.
Бетейгейзе (α Orionis) 149, 153, 154. — Мерц. 156. — Пер. 168, 185. — Цв. 192.
Биелы комета 128.
Биелиды (Андромедиды) 35, 128, 131, 134.
Близнецы созв. 150, 152, 153.
Близорукий глаз 12, 33.
Боковое зрение 151, 156, 171, 211.
Болид 35, 132.
Большие увеличения (ослабление яркости изображения) 10.
Борзые Собаки созв. 152.
Брадлей 187.
Бредихин ак. 130, 131.
Будка для трубы 28.

Вега 148, 151, 153. — Мерц. 156. — Цв. 192.
Вейс 130.
Величина звезд 154, 176.
Величина и ясность изображения 10.
Венера 59. — Атмосфера 61. — Вращение 60, 240. — Диаметр 62, 228. — Масса 240. — Maximum блеска 62. — Наблюдения днем и простым глазом 59. — Наибольшее удаление от солнца 53, 59, 62. — Обращение вокруг солнца 54, 240. — Относительные размеры 62. — Об'ем 240. — Пепельный свет 60, 61. Плотность 240. — Расстояние 240. — Соединения 54, 61, 62. — Спутник фиктивный 62. — Фазы 54, 60, 61, 62. — Яркость 61.
Верблюжьей (из) шерсти кисточка 25.
Вертикал первый 21.
Вертикально-горизонтальная монтировка 14. — Переделка в параллактическую 21.
Верхнее соединение 54.
Верхние планеты 53.
Весеннего равноденствия точка 146, 150.
Весы созв. 150, 152, 153.
Веста пл. 67.
Вечерняя звезда 53, 59.

Видимые движения планет 54.
Видимые размеры наблюд. предмет. 34.
Вид и размеры звезд в трубе 10, 22, 23, 154.
Влага на об'ективе и на окуляре 28, 32. Внутри трубы 44. Предохранения от — 28, 32.
Водолей созв. 151, 152, 153.
Возничий созв. 134, 149, 152. — Новая звезда 169.
Волосы Вероники созв. 150, 152.
Ворон созв. 150, 152.
Восхождение (прямое) 145.
Вращение небесного свода 145. — Планет 240. — Солнца 40. — Луны 85. — Юпитера 69. Сатурна 77.
Время обращения планет вокруг солнца 240.
Время для наблюдений Луны 90. — Солнца 44.
Вставная трубка перед окуляром 13.
Второго класса звезды 155.
Вторые изображения ярких предметов 32.
Вывод шкалы блеска 174.
Высоты звезд в момент кульминации 146. — Метеора над поверхн. земли 141.
Высоты определение 133.

Галилей 70, 71, 80, 209.
Галилея Сатурн 80.
Галлея комета 128.
Гаусса проекция 134.
Гаусс, цирк 96.
Геба пл. 67.
Гезиод, цирк 106.
Гелиоскоп 43.
Гемениды 130.
Гемма (α Coronae) 151, 153.
Геркулес, цирк 96.
Геркулес созв. 151, 152.
Геродот, цирк 109.
Гершель 155, 198, 210.
Гершель Дж. 186, 187, 190.
Гершель Каролина 200.
Гиады 35, 149, 198.
Гидра созв. 152.
Гиперион сп. Сатурна 80.
Гиппарх, цирк 88.
Главнейшие звезды в созвездиях 35, 153, 154.
Глаза положения при наблюдении 32.
Глазенап проф. 170, 171, 173, 174, 175, 178, 191.
Глаз близорукий 12, 33.
Гномон 18, 19.
Голова кометы 123.
Голубой ореол около ярких предметов в трубе 8, 23, 66, 88.
Горизонта (близ) наблюдения 32, 154, 208.
Горизонтально - вертикальная монтировка 14. — Переделка в параллактическую 21, 22.
Горы на Луне 30.
Гранатовая звезда 185, 193.
Грануляция 30, 41, 44.
Гринвич 74.
Гринвичское время 73.
Группы солнечных пятен 49.
Гудрике 168.
Гульд 187.
Гуттенберг, цирк 98.
Гюйгенс 80.

Дальнозоркий глаз 12, 33.
Движения видимые звезд 144. — В двойных системах 158. — Обратные комет 128. — Движения планет 54—56. — Наблюд. движ. 35.
Двойные звезды 158; — разноцветные 159. — Для испыт. трубы 23, 29, 30.
Двойная тень 1-го спутн. Юпит. 69, 73.
Дева созв. 150, 152, 153.
Деления на кругах 17.
Дельфин созв. 151, 152.
Дембовский 158, 159.
Денебола (β Leonis) 150, 153. — Мерц. 156.
Денеб (α Cygni) 151, 153, 155. — Мерц. 156.
Диаграмма солнечных пятен 50.
Диаметр видим. и действ. планет 240. — Венеры 53, 54, 62. — Марса 64. — Меркурия 58. — Сатурна 76. — Юпитера 68. — Луны 10, 132, 153, 240. — Вид. диаметр. звезд 10, 23, 188.
Диафграма на об'ективе 23, 43, 49.
Дифракционные кольца 23, 25.
Днем наблюдения звезд 10. Венеры 59. Меркурия 58.
Дождь звездный 128.
Долгот геогр. определение 225. — По затмениям Юпит. спутников 74.
Долготы и широты городов 242.
Донати комета 125.
Дракон созв. 151, 152.
Думбеля туманность 207.
Дунер 180.
Дюйм 30.

Евмония пл. 67.
Единорог созв. 152.
Енцелад сп. Сатурна 80.

Жемчужина (Гемма) 151, 153.
Жираф созв. 152.
Жидкости темные для затемн. солнечн. блеска 43.

Замерзание об'ектива 44.
Замши (непригодность для чистки об'ектива) 25.
Зарисовка наблюдаемого предмета 32.
Затмения солнечные 36, 112. — Лунные 36, 113. — Спутников Юпитера 71, 72.
Заяц созв. 150, 152.
Звезды: вид. движ. 145; — вид в трубу 10, 22, 23; — диаметр 153; — двойные 158; — как предмет испыт. трубы 22, 30; — красные 170, 178, 185, 192; — кратные 159; — кульминация главнейших 153; — новые 167; обозначения 147; — переменные 167; — размеры вид. 23, 100; — распределение на сфере неб. 210; — сравнения 155, 170, 192; — цветные 192; — число вид. простым глаз. 144; — яркость 149.
Звездное время 145, 219, 238; — в средний полдень 146, 222, 237; — поправка на долготу места 220.
Звездный дождь 128.
Звездные карты 147.
Зеленоватый оттенок в окраске лунных морей 87, 94, 110.
Земля 240.
Земной окуляр 11.
Зените (наблюдения в) 11.
Зеркальные изображения 11, 43.
Зернистость солнечной поверхн. (грануляция) 41, 42, 43; ядра кометы 124.
Змея созв. 151, 152.
Змееносец созв. 151, 152.
Зодиакальный свет 35, 118; — созвездия 152, 153.

Зоркость глаза 156.
Зонами вращение солнца 40. Юпитера 70.
Зоны солнечных пятен 41.

Изменение блеска звезд 167; — спутников Юпитера 74; — Япета 81.
Изменение картины неба по временам года 35, 146.
Изменения на лунной поверхности 111.
Изменения прям. восхождения и склонения 147.
Изменения цвета звезд 192.
Изображения зеркальные 11, 43; — расплывчатые 12, 22; — размытые и неясные 10; — хорошие 32, 44; — ярких предметов в воздухе 62.
Изучение неба по созвездиям 35, 148.
Индекса ошибка (на кругах) 18, 21.
Ирида пл. 67.
Иррадиация 65, 92.
Искажение созвезд. в проэкции 140, 154.
Искание кометы 126.
Искатель 13.
Испытание трубы 22.
Истечение из ядра кометы 125.
Исчезновение кольца Сатурна 78.

Кавказ, лунн. горы 99.
Капелла, цирк 98.
Капелла зв. (α Aurigae) 149, 153, 154, 185. — Мерц. 157. — Перем. 188. — Цв. 192.
Карпаты, лунн. горы 108.
Каррингтон 41.
Карта Луны 93.
Карта для наблюдения падающих звезд 134.
Карты звездные 147.
Кассиопея созв. 134, 148, 154.
Кассини 187. — Кассиниев просвет в кольце Сатурна 77.
Кастор (α Geminorum) 150, 153, 155. — Мерц. 157. — Дв. 30, 164, 166.
Кастор и Поллукс — расстояния 154.
Квадратура планеты 55.
Кеплер, цирк 88, 109.
Киль 126.
Кирилл, цирк 98.
Кисточка из вербл. шерсти 25.
Кит 149, 152.
Клейн (Klein) 60, 75, 85, 88, 111, 119, 173, 192, 193.
Клеомед, цирк 94.
Ковальского проф. способ предвычислений покрытий 117.
Коза (Капелла) 149, 153, 154, 157, 192.
Козерог созв. 151, 152, 153.
Колпак, предохран. об'ектив от росы 32.
Кольца дифракционные 23, 25. — Ньютона как средство измерения толщины 27.
Кольца Сатурна наблюд. 30, 76, 78. — Изменение вида и исчезновение 78.
Кольцевой микрометр 124.
Кольцеобразные затмения 112.
Кольцеобразн. туманность в Лире 30, 205.
Кометы 121. — 1843-го года 122. — 1858-го года (Донати) 125; — 1882-го года 126, 127; — Движения 128. — Наблюдения 35, 127. — Связь с метеор. 128, 130, 131.
Кометоискатель 8, 126.
Комнаты (наблюдения из) 29.
Компромиссы между величиной и ясностью изображений 10.
Конь малый созв. 152.
Конфигурация спутников Юпитера 71, 73.
Коперник, цирк 87, 88, 107, 108.
Корабль Арго созв. 152.
Короны солн. влияние на окраску при затмении 115.
Короткофокусные трубы 8.
Красное пятно на Юпитере 70.
Кратеры лунные 30, 86.
Кратные звезды 159.
Кривые блеска 178.
Кронглас 8, 27.
Круги разделенные 16, 17, 28.
Кульминация 145, 146; — Созвездий 152. — Главнейших звезд 153. — Полярной 19.

Лаланд 187.
Ламберта проекция 134.
Лебедь созв. 151, 152.
Левицкий проф. 52.
Лев созв. 150, 152, 153.
Лев Малый созв. 152.
Ледяные кристаллы на об'ективе 44.
Лейбница горы на Луне 97.
Леониды 35, 130, 131.
Либрация Луны 89.
Ликовская обсерватория 91, 95.
Линзы об'ектива 8, 27. — Центрировка 25.
Линней, цирк 99, 110.
Лира созв. 151, 152.
Лириды 130, 137.
Лисица созв. 152.
Луна 84; — атмосфера 88, 116; — вид при затмении 114; — вращение 85; — диаметр 10, 132, 153, 240; — затмения 36, 113; — кратеры 30, 86; — либрация 80; — масса 240; — моря 30, 84, 86; — наблюдения 36, 92; — об'ем 240; — обращение (сидерическое, тропическое, синодическое) 240; — пепельный свет 92; — плотность 240; — расстояние 240; — светл. лучи 87; — светлые точки 87; — трещины (Rillen) 87; — фазы 35, 91; — шкала яркости для разл. пунктов поверхности 87; — эксцентриситет орбиты 240; — литература 85.

Малый Пес созв. 150, 152.
Малые планеты 67.
Маркаб 153.
Марс 63; — атмосфера 66; — вращение 240; — диаметр 64, 240; — наблюдения 63, 66; — обращение вокруг солнца 240; — относит. размеры 65; — об'ем 240; — плотность 240; — полярные пятна 29, 65; — положения 65; — противостояния 63, 64, 65; — расстояния 64, 240; — спутники 30, 66; — фазы 66.
Масло костяное для чистки 28.
Массы планет 240.
Медведица Большая созв. 148, 152; — Малая 148, 152.
Медицейские звезды 71.
Медлер (Mädler) 61, 96, 99, 111.

Мел (порошок) 25.
Менелай, цирк 99.
Меридиана определение 18.
Меркурий 58, 240; — фазы 30, 58.
Мерц 27.
Мерцания звезд 36, 156.
Местлин 156.
Мессье, цирк 96, 110.
Местное время 73, 172, 220.
Металлич.частей (чистка)28.
Метаморфозы кометы 121; — солнечн.пятен и фак.40.
Метеоры 130; — наблюдения 132; — на солнце 135.
Метида пл. 67.
Меций, цирк 97.
Мимас сп. Сатурна 80.
Миража (род) — изображ. ярких предметов в воздухе 62.
Мицар 148, 153; — дв. 30, 160; — и Алькор 33, 156, 160, 166.
Млечный Путь — строение 208; — яркость, плотность ширина 208, наблюдения 35, 211, относительн. яркость 211.
Монтировки вертик.-горизонт. и параллакт. 14, 15, 16.
Море Дождей 90, 100, 109.
Моря на Луне 30, 86; — цвет 87.
Мосты в солнечн. пятнах 39, 41.
Мюнхенские об'ективы 66.

Наблюдения слабых предметов 30.
Неба фон (яркость) 10, 196.
Небольшое (через —) отверстие в темной комнате проектирование солнца 44.
Невооруж. глазом наблюдения 35.
Нейсон 85.
Неполная Луна 90.
Нептун 82, 83, 240.
Неудобства больших увеличений 10.
Нижнее соединение 54.
Нижние планеты 54.
Новый спутн. Юпитера 70.
Нониус 16, 19.
Новые звезды 167, 169.
Ноябрьские потоки метеоров (Леониды 35, 130, 134 и Андромедиды 35, 128, 130, 134).
Ньютона кольца 27; — рефлектор 7.
Ньютон проф. 130.

Обманы оптические 62.
Обозначение звезд 147.
Обратные движения комет 128.
Обратные изображения 11.
Обсерватории устройство 28.
Об'ектив 7, 8; — замерзание 48; — мюнхенский 66; — прекрасный 23; — сложный 8; — пыль 25; — влага 28.
Об'емы планет 240.
Овен созв. 134, 149, 152, 153.
Огненные шары (болиды) 132.
Окраска луны во время полного затмения 114.
Окраска изображений в трубе 8, 23, 66, 88.
Окуляр 7; — земной 11; — небесный 11; — положительный и отрицательный 9, 32, 127; — установка 12, 23; — чистка 28.
Оловянные листочки в об'ективе 26.
Омега-туманность 206.
Определение увеличения 9; — меридиана 18; — ошибка индекса 18, 19.
Оптические обманы 62.
Оптические двойные звезды 158.
Орел созв. 151, 152.
Ореол (вокруг ярких предметов в трубе) 8, 23, 66, 88.
Орион созв. 152, 153.
Орионiды 130.
Осеннего равноденствия точка 150.
Ослабление блеска к краям на диске Марса 66; — солнца 41, 44; — Юпитера 69.
Ослабление яркости изображений при больших увелич. 10.
Остановки планет 54, 55.
Острота зрения 156.
Ось мира 145; — склонения 15; — часовая 15.
Относительная яркость 155.
Оценка размер. наблюдаем. предм. 33.
Ошибка индекса на кругах 17, 18, 19.

Падающие взезды 35, 130; — наблюдения 131, 135; — обработка наблюдений 137; — спорадические 132; связь с кометами 128, 130, 131.
Паллада пл. 67.
Параллакс 61; — Cygni 161.
Параллактическая монтировка 15, 16; — приспособление заменяющее 22.
Парафин (на чехле от сырости) 29.
Парижский дюйм 30.
Парижская обсерват. 93.
Пары близких звезд 36, 156, 159.
Паутинные нити в трубе 13.
Пастух созв. 150, 152.
Пегас созв. 149, 152.
Пепельный свет Венеры 61; — на Луне 36, 92.
Первого класса звезды 154.
Первый вертикал 21.
Первые наблюдения трубой 33.
Перевод среднего времени в звездное и обратно 146, 220.
Перевод дуги во время и обратно 239.
Переменные звезды 167; — гипотезы о — 170; — классификация 168; — типа Альголя 168; типа β Lyrae 182; — длинного пер. 183; — неправильного пер. 184; — изменение блеска которых вероятно 187; — наблюдения 170; — обработка наблюдений 173; — звезды сравнения 170, 179.
Переход от одной шкалы блеска к другой 174.
Перигелий 122.
Периодические кометы 121, 128.
Персей 134, 149, 152; — звездные скопления 30, 35, 196, 201.
Персеиды 35, 130; карта проф. Цераского для наблюдения — 134.
Перспективное изменение вида кольца Сатурна 78; — солн. пятна 40.
Пес Большой созв. 150, 152; — Малый созв. 150, 152.
Пикард, цирк 94.
Пикеринг 154.
Пики на Луне 30, 86.
Пиколломини, цирк 98.
Пиренеи, горы на Луне 98.

Пиацци 187.
Планеты: верхние и нижние 53; — видимое движ. 36, 54, 55; — квадратуры 55; — противостояния и соединения 54; — узлы 55; — яркость 56; — элементы 240.
Планеты малые 67.
Планетами покрытия звезд 69, 82, 116.
Плеяды 30, 35, 149, 156, 197; — покрытия 116.
Плиний, цирк 99.
Плотность планет 240.
Плохие изображен. 23; — вслед. случайн. 24.
Поверка уровня 18.
Покрытия звезд Луною 35, 116; — планет 117; — предвычисления 117; — Нептуном 82; — Юпитером 69; — планетами 117; — покрытия спутника Юпитером 71.
Поле зрения трубы 10, 13.
Поллукс (β Geminorum) 150, 153, 154, 155, 185; — мерц. 157; — цв. 192.
Поллукса и Кастара расстояние 154.
Полнолуние (наблюдение в) 31, 90.
Положение глаза при наблюдении в трубу 32.
Положения: Марса 65; — Нептуна 82; — Сатурна 76; — Урана 82; — Юпитера 68.
Полосы Сатурна 76; — Юпитера 68.
Полуденная линия 19.
Полутень при лунном затмении 113; — полутень в солн. пятне 38.
Полюс Луны северн. 94, 96; — южный 98; — полюс северный неб. сферы 18, 145; — полюс холода на земле и на Марсе 65.
Полярная звезда (α Ursae minoris) 148, 153; — кульминация 19; — мерцание 156; — дв. 162, 165; — цв. 192.
Полярные пятна Венеры 60; — Марса 30, 65.
Помещение для трубы 28.
Поправка часов определения 220, 223; — по затмениям Юпит. спутн. 74.
Понятные движения планет 56.
Поры (малые пятна на солнце) 42, 50.
Потеря света в стеклянной среде 11.
Потоки падающих звезд 130.
Предметы для наблюдений в различные трубы 29.
Предосторожности при наблюдениях 31.
Предельные увеличения 10, 11, 12.
Предельные двойные звезды для различных труб 23, 30.
Прецессия 241.
Приведение показания часов на ход 222.
Призма для зенитных предметов 11, 13.
Прикосновение звезд к лунному диску 116.
Проб (способ Гершеля) 210.
Противостоян. планеты 54; — Марса 63, 64, 65; — Сатурна 76. — Урана 82. — Юпитера 68.
Протуберансы 37, 45.
Прохождения Венеры и Меркурия по диску солнца 57.
Прохожден. спутник. Юпитера по диску планеты 69, 71, 72. — Тени спутника 24, 73.
Процион (α Canis minoris) 150, 153, 154, 185; — мерц. 156; — цв. 192.
Проектирование на экран 12, 13, 43, 46.
Прямое восхождение 145.
Прямые и обратные изображения 11.
Прямые и обратные движения планет 56.
Птоломей 56, 152.
Птоломей, цирк 104, 105.
Пузырьки воздушные на об'ективе 23.
Пулковский больш. рефрактор (пузырьки) 23.
Путь Млечный 208.
Пути солнечн. пятен 41.
Пыль на об'ективе 25.
Пятна на солнце 30, 37; — группы 49; — диаграммы 50; — зарисовка 46, 48; — положение 46; площади 47; счет 49; шкала 48.
Пятый спутн. Юпитера 70.

Равноденствие весеннего и осеннего точки 146, 150.
Радиации площадь, радиант 130, 137.
Радужные цвета (разложение белого) 8.
Разделенные круги 16; — чистка 28.
Разделяющая способность трубы 23.
Размытые изображения 10; — Венеры 60; — Солнца 42.
Размеры видимые болида 133; — светила 34. — У горизонта 154; — звезд 154; — в трубе 34.
Разноцветные двойн. звезды 159.
Разочарования при первых наблюдениях 33.
Расстояния планет от солнца 240; — угловые между звездами 153.
Рак созв. 150, 152, 153.
Ракообразная туманность в Тельце 202.
Рамзден, цирк 106.
Регул (α Leonis) 150, 153, 155. — Мерц. 156.
Рельеф на Луне 90.
Ретина глаза 171.
Рефлектор и рефрактор 7.
Ригель (β Orionis) 149, 153, 154, 185. — Дв. 30, 163, 165.
Рисунки при наблюден. 32.
Робертс 204.
Роса на об'ективе 32.
Росс 202, 203, 207.
Русский Астрон. календарь 67, 117.
Рыбы созв. 134, 149, 152, 153.
Рысь созв. 152.
Рябое солнце 42, 44.

Сатурн 76. — Вращение 76. 240. — Сатурн Галилея 80. — Движение 40. — Диаметр 240. — Кольцо 30, 40, 76. — Обращение около солнца 240. — Об'ем 240. — Плотность 240. — Положения 76; — Пятна 77. — Расстояние 240. — Спутники 80.
Светлые лучи на Луне 87, 106, 108, 109.
Светлые пятна в окуляре при наблюд. ярких предм. 32.
Светлые точки на Луне 87.
Северная корона созв. 150, 152.
Северные сияния 36.
Секстант созв. 152.

Серп Венеры 60. — Луны 92.
Сетка для вычисления радиантов 137, 139; — азимуты и высоты подающих звезд 140.
Сжатия пл. 240. — Сатурна 76. — Юпитера 30, 68.
Сириус (α Canis majoris) 150, 153, 154. — Мерц. 156. — Цв. 192.
Скиапарелли 58, 63, 130.
Склонение 145.
Скорпион созв. 150, 153.
Скорость движ. комет 121.
Слабых предм. наблюдение 30, 32.
Соединения планет 54.
Созвездия 147. — Кульминация 152. — Зодиакальные 153.
Солнечные затмения 36, 112.
Солнце 37. — Атмосфера 42, 44. — Наблюдения 42. — Без приборов 44. — Установка окуляра 12. — Литература о солнце 45, 52.
Союз америк. астрон. для искания комет 126.
Спектральные наблюдения и фотография солнца 45.
Спика (α Virginis) 150, 153, 155.
Спиральная туманность в созв. Борзых Собак 202. — В созв. Девы 207.
Спорадические падающие звезды 132.
Способ Аргеландера для опред. ярк. зв. 155, 170.
Способ *черпаний* Гершеля 210.
Спутники Юпитера 30, 70. — Блеск 74; в двойной системе 158.
Сравнения (звезды) 156, 170, 192.
Среднее солнечное (обыкновенное) время 146.
Средний полдень (звездное время в) 146, 237, 238.
Старая труба 25.
Степень Аргеландера (Stufe) 171.
Стожары (Плеяды) 30, 35, 116, 149, 156, 197.
Строение звездного мира 209.
Струве Вильгельм 159, 164, 188.
Стрела созв. 152.
Стрелец созв. 151, 152, 153.
Сырости (предохранение трубы от) 29, 32.
Суб'ективные впечатления при наблюдениях 33.
Сумерки 36; — на Венере 61. — Отсутствие на Луне 88. — В сумерках наблюдения 32, 69, 92, 159.
Суток астрон. начало 220.
Суточное движение звезд 144.
Суточный ход часов 222.
Сцинтиллометр 157.

Телескопические кометы 121.
Телец созв. 134, 149, 152, 153.
Темная комната при наблюдении солнца 43, 44, 113.
Темные стекла 42, 43, 92.
Тени на Луне 107; — спутн. Юпитера 69, 73; — как предмет для испытания трубы 24.
Тень в солнечн пятне 38.
Титан сп. Сатурна 80. — Набл. 30, 81.
Тихо, цирк 84, 87.
Тихо-де-Браге 169.
Трапеция (δ Orionis) 150, 205.
Третьего класса звезды 155.
Треугольник созв. 134, 149, 152.
Трещины на Луне (Rillen) 30, 87, 97, 98, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111; — большие 103.
Тройные звезды 159, 160.
Туманности 202; как предмет для испытания трубы 24; — наблюдения 203, 207.
Теодолит 132.
Транспортир для определения высоты 132.

Увеличение трубы 9, 26. — предельные 10; — большие 9, 10, 13; — видимые 34.
Угловые расстояния между звездами 153.
Угол зрения 34.
Удивительная (Mira) 149, 168, 183.
Узлы планет 36, 55; — Марса 55; — Юпитера для 1887 г. 56.
Уран 30, 82, 83, 240.
Уровня поверка 18.
Установка окуляра на ясное зрение 12, 23.
Установка трубы прочная 22; — параллактическ. 15, 16; — вертикал.-азимутальная 14, 16.
Установка трубы по раздел. кругам 16; — на солнце 42.
Установка экваториала 18.
Утренняя звезда 53, 59.

Фабриций, цирк 97.
Фазы: Венеры 30, 54, 60, 62; — Марса 66; — Меркурия 30, 58; — Луны 35, 91.
Факелы 37, 41, 43; — сквозь пленку облаков 43, 50.
Феофил, цирк 98.
Физические двойные звезды 158.
Флемстид (Flamsteed) 188, 189.
Флинтглас 8, 27.
Флора пл. 67.
Фомальгаут 153, 155.
Фонарь для астр. набл. 32.
Фон неба (ослабление яркости) 10, 196.
Фотометры 155.

Хандриков проф. 131.
Хвост кометы 122; — аномальный 123.
Ход суточных часов 222.
Хорошие изображения 32, 44.

Царапины на об'ективе 23.
Цветные звезды 35, 192.
Цвет морей на Луне 87, 94, 96, 99, 110.
Центральная проекция 137; — свойства 141.
Центральное затмение 112.
Центрировка линз 25.
Цераский проф. 134.
Церера пл. 67.
Цефей 149, 152.
Цирки лунные 30, 86.

Часовая ось 15.
Часовой угол 146.
Часы и градусы 146, 239.
Чаша созв. 150, 152.
Черная карта 119, 211.
Черные точки на ядре солн. пятна 39.
Черпаний способ В. Гершеля 210.
Четверть первая и последняя (фазы Луны) 91.
Чехол для трубы 29.
Число звезд, вид. простым глазом 144, 147.

Чистка об'ектива 25; — окуляров и металлич. част. трубы 28; — разделенных кругов 28.
Чувствительность ретины глаза 171.

Шарообразные звездные скопления 198.
Шары огненные (болиды) 132.
Ширма в поле трубы 32, 61, 72, 75, 124.
Широты определения 219, 220, 224.
Шкала блеска звезд 171, 174.
Шкала яркости различ. пунктов на лунной поверхн. 87.
Шмидт 85, 111, 187, 188.

Щит Собиеского созв. 152.

Эвдокс, цирк 100, 101.
Эратосфен, цирк 89, 101.
Экватора положение на небе 149.
Экваториал 18.
Эклиптика 40, 152.
Эклиптические (зодиакальные) созвездия 153.
Экран (проектирование —) 12, 13, 43, 46.
Эксцентриситеты планетн. орбит 240.
Энке комета 129.
Эпициклы 56.
Эридан созв. 152.
Эфемериды maximum'ов перем. зв. 191.
Эфемериды спутников Сатурна 81; — спутников Юпитера 73.

Южный полюс Луны 97.
Юнона пл. 67.
Юпитер 68; — атмосфера 69; — вращение 69, 240; — диаметр 68, 240; — движение 56; — масса 240; — обращение около солнца 56, 240; — об'ем 240; — плотность 240; — положение 68; — противостояния 68; — расстояние 240; — сжатие 30, 68, 240; — спутн. 30, 68; — сходство с солнцем 70; — узел 56.
Ядро кометы 123; — солнечного пятна 38.
Япет сп. Сатурна (изменение блеска) 80.
Яркие (наиболее) звезды 154.
Ярких предметов наблюдения 32; — изображения в воздухе 62.
Яркости звезд 154; — (определение) 155, 170.
Яркости (изменение) на Лунной поверхности 100, 111.
Яркости шкала для разл. пунктов Лунной поверхности 87.
Яркость и видимые размеры светил при различных увеличениях 10; — относительная 155; — планет 10, 56; — солнечного пятна 38; — звезд 13, 35; — спутников Юпитера 74; — ядра кометы 124.
Ясли (Praesepe) 30, 35, 150, 198.
Ящерица созв. 152.

Алфавитный указатель латинских названий.

Agrippa, цирк 103, 111.
Albategnius, цирк 103.
Alcyone, зв. в Плеядах 197.
Alpes, горы на Луне 100.
Alphonsus, цирк 103.
Andromeda, созв. 149, 152. Двойные звезды γ — 30, 163, 165. Мерц. α, γ — 156. Переменные 36, A — 187. Расстояние α и γ 154. Цветные β, γ, δ — 193; 8—194. Туманность 30, 35, 204.
Annuaire . . . 191.
Aquarius созв. 152, 153. Дв. 94—162, 166. ζ — 165, 166. 41—164, 166. Переменные ψ^3, anonyma — 191. Цв. 194. Зв. скопл. 198. Туманность 204.
Aquila созв. 152, 153. Двойные 57, h — 160, 166; 11 — 162, 166. Перем. anonyma — 190. η — 182, Наблюден. проф. Глазенапа 178. Цв. γ — 193; 12—194, 66, 70—194. Яркие зв. α (Альтаир) — 151, 153. Зв. скоплен. 199.
Arago, цирк 88.
Archimedes, цирк 88, 90, 101.
Argelander (Аргеландер) 155, 170, 171, 178, 185, 188; 189, 191.
Argo navis созв. 152. Скопление зв. 199.
Ariadäus, цирк 87, 88, 103; — трещины 87, 103, 111.
Aries созв. 149, 152, 153. Дв. γ — 30, 163, 165; 30, λ — 160, 165. Пер. 3, 7, 19, — 187, 188. ε — 188. Цв. α — 193.
Aristarchus, цирк 87, 88, 109; трещины 87.
Aristillus, цирк 88, 90, 101.
Aristoteles, цирк 100, 101.
Arzachel, цирк 103, 105.
L'Astronomie 80, 82, 93.
Astronom. Nachrichten 67.
Atlas, цирк 96.
Atlas, звезда в Плеядах 197.
Auriga созв. 149, 152. Дв. 41—163. Новая зв. — 169. Перем. ε — 186; 38, α — 188. Яркие α (Капелла) — 149, 153, 154. Зв. скопление 199.
Autolycus, цирк 89, 101.
Azout, цирк 88.

Barnard 61, 78.
Baxendell 186.
Berliner Astronomisches Jahrbuch 67, 223.
Bessel, цирк 88.
Biella (комета) 128.
Billy, цирк 88.
Birmingham 189.
Bode 189; — цирк 88.
Boeddicker 210.
Bonpland, цирк 107.
Bootes созв. 150, 152. Дв. ι — 160; k — 162; π — 164; ξ — 30, 164; 44—164; ε — 30, 165. Мерц. α — 156. Пер. W — 187, V, 34, i — 190. Цв. α, ε — 194. Яркие α (Арктур) — 150, 153, 154.
Boscowich, цирк 88, 103, 111.
Bradley, вершина в лунн. Аппенинах 100.
Bulletin Astronomique 80.
Bullialdus, цирк 88.

Caesar Julius, цирк 111.
Callisto, сп. Юпитера 71.
Camelopardalis созвез. 152. Скопление зв 199.
Campanus, цирк 106.
Canis major созв. 150, 152. Пер. R — 186; γ, 27, Anonyma — 189. δ — 193. Яркие α (Сириус) — 150, 153, 154. Зв. скопление 200.
Canis minor созв. 150, 152; α (Процион) — 150, 153, 154, 156, 185.
Cancer созв. 150, 152, 153. Дв. ι — 161, φ^2 — 164, 166. ν^1, ζ — 164, 166. Пер. ψ — 189. Цв. β — 193. Зв. скопл. 35, 150, 198, 199.
Canes Venatici созв. 152. Дв. 12, α — 30, 161, 166; 2—163, 166. Пер. Anon. — 189. Туманность — 203. Зв. скопление 200.
Cap. Agarum, горы на Луне 94.
Capella, цирк 98.
Capricornus созв. 151, 152, 153. Дв. β — 160, 166. Перем. 33—190. Цв. α — 194.
Capuanus, цирк 106.
Carpathen, горы на Луне 108.
Carpenter 98.
Cassiopeja созв. 148, 152. Дв. η — 164, 165. Перем. α — 168, 185; R — 186. Цв. R — 194. Расстояние δ и γ; α и β — 154. Зв. кучи 200.
Catharina, цирк 98, 103.
Caucasus, горы на Луне 99
Celeno, зв. в Плеядах 197.
Censorinus, цирк 88.
Cetus созв. 149, 152. Пер. o (Mira) — 149, 168, 183; T — 187; ζ — 187. Цв. η — 193.

Cepheus 149, 152. Дв. β — 162, 166; k, ξ — 163, 166. Перем. δ —'36, 183; μ — 168, 185; T — 186. Цв. μ — 193, 194.
Chambers 193.
Cichus, цирк 106.
Clavius, цирк 104.
Cleomedes, цирк 94.
Coma Berenices созв. 150, 152. Дв. 24—161. Цв. γ — 193.
Copernicus, цирк 88, 107, 108.
Corona borealis 150, 152. Дв. ζ — 164, 166; δ — 164, 166. Пер. R — 184; Цв. ν — 194. Яркая α (Гемма) — 151, 153, 155.
Corvus созв. 150, 152. Пер. Anon., β—189. Цв. ε—193.
Crater созв. 150, 152.
Crisium mare 94.
Crossley 159.
Crüger, цирк 88.
Curtius, цирк 98.
Cygnus созв. 151, 152. Дв. β — 30, 160, 166; 17, 61 — 161, 166; 52—163, 166; μ — 165, 166; ψ — 165. Пер. Y — 180; χ — 184; R, — 186; β f^2 — 190. Тройная o^2 — 160. Цв. β ε, 3, o' — 194. Яркие α (Денеб) — 151, 153, 155; β — 151. Расстояние α и β — 154. Туманность 204.
Cyrillus, цирк 98, 103.

Deimos сп. Марса 66.
Delphinus свзв. 151, 152. Дв. γ — 30, 163, 166. Перем. α — 190.
Denning 77.
Denza, патер 131.
Dione сп. Сатурна 80.
Dionysius, цирк 88.
Draco созв. 151, 152. Дв. ν, o, ψ — 160, 166; 40—162, 166; μ — 166. Цв. γ — 193, 194.

Easton, астр. 209, 210, 211.
Elektra, зв. в Плеядах 197.
Enceladus сп. Сатурна 80.
Endymion, цирк 88, 96.
Equuleus созв. 152. Дв. δ — 160, 166.
Erathostenes, цирк 90, 101.
Eridanus созв. 152. Дв. 32—164, 165.
Eudoxus, цирк 100.
Europa сп. Юпитера 71.

Fabricius, цирк 97.
Fenet (лунная карта) 93.
Flamsteed (Флемстид) 188, 189; — цирк 88.
Foecunditatis mare 96.
Fracastor, цирк 98.
Fra Mauro, цирк 107.
Frigoris mare 96.
Furnerius, цирк 97.

Ganymede сп. Юпитера 71.
Gassendi, цирк 110.
Gauss, цирк 96.
Gemini созв. 150, 152, 153. Дв. 20—162, 166; δ — 163; α — 164, 166; — k — 164, 166. Мерц. α, β — 156. Расстояние α и β — 154. ε, λ — 189; ζ — 183. Цв. β 192. Яркие α (Кастор), β (Поллукс) — 150, 152, 155. Зв. скопление 30, 196.
Geminus, цирк 94.
Gledhill, Joseph 159.
Goclenius, цирк 98.
Godin, цирк 88.
Grimaldi, цирк 88, 109.
Gruithuissen 107, 111.
Guerike, цирк 88.
Guiot 82.
Guttenberg, цирк 98.

Haemus, горы на Луне 99.
Halley (комета) 128, 129.
Hansen, цирк 88.
Harzer 215, 217, 219, 222, 225.
Heis 210.
Henry 82, 197, 198.
Hercules, цирк 96.
Hercules созв. 151, 152. Дв. α — 30, 164, 166; k — 161; δ — 162, 166; 95—164, 166; ϱ — 164. Мерц. α — 156. Перем. α — 168, 185; u — 187; γ — 190; o, 79—190. Цв. α 109—194. Зв. скопления 35, 198.
Herodotus, цирк 109.
Hesiodus, цирк 106.
Hippalus, цирк 88.
Hipparchus, цирк 88, 103.
Houzeau 188.
Humorum mare 87, 110.
Huygens, вершина в лунн. Аппенин. 100.
Hydra созв. 152. Дв. ε — 30, 165, 166. Мерц. α — 156. Перем. R — 184; α, Anonima — 189.
Hyginus (трещины) 87, 103, 111.
Hyperion, сп. Сатурна 80.

Ianssen, равнина 97.
Iapetus, сп. Сатурна 80.
Imbrium mare 90, 109.
Io, сп. Юпитера 71.
Iridum Sinus 109.
Isidorus, цирк 98.
Iulius Caesar, цирк 111.

Kant, цирк 88.
Klein 60, 75, 85, 111, 119, 173, 192, 193.
Kepler (Кеплер), цирк 88, 109.

Lacerta созв. 152; перем. Anonyma — 191.
Lacus Mortis 96; — Somniorum 96.
Lahire, цирк 88.
Langrenus, цирк 88, 95, 97.
Landsberg, цирк 88.
Lapeyrouse, цирк 88.
Leibniz (Лейбниц), горы на Луне 97.
Le Monnier, цирк 88.
Leo, созв. 150, 152, 153. Дв. τ — 160; ι — 30, 165, 166; γ — 30, 131, 165; Мерц. α, β — 156. Пер. R — 184; ξ, ψ, 40—189; Цв. γ — 193. Яркие α — (Регул) 150, 153, 155. β (Денебола) — 150, 153, 155. Туманности 205.
Leo minor, созв. 152.
Lepus, созв. 150, 152. Дв. γ — 160, 166. Цв. R — 193.
Libra, созв. 150, 152, 153. Мерц. α, β — 156. Перем. δ — 180. Зв. скопление 200.
Licetus, цирк 104.
Lindsay, лорда приспособление 21.
Linné (Линней), цирк 99, 110.
Littrow, цирк 99.
Lohrmann 85, 99, 111.
Lohse 70.
Lorenzoni 140, 142.
Lynx, созв. 152.
Lyra 151, 152. Дв. ε, 4 и 5 — 30, 35, 151, 160, 165, 166, ζ — 160. Мерц. α — 156. Перем. β — 36, 168, 182. Кривая блеска 178. Яркие α (Вега) — 151, 153, 154. Туманность, эллиптическая 30, 205.

Macrobius, цирк 88.
Mädler (Медлер) 96, 99, 111.
Maginus, цирк 105.
Maja, зв. в Плеядах 197.
Manilius, цирк 88.
Maraldi 189.
Marchand 119.
Mare Crisium 94, 95; — Foecunditatis 96; — Frigoris 96; — Humorum 87, 110; — Imbrium 90, 100, 109; — Nectaris 98; — Nubium 106; — Serenitatis 87, 99; — Tranquilitatis 99; — Vaporum 103.
Marius, цирк 88.
Marth 81, 211.
Maurolycus, цирк 104.
Maximum солнечных пятен 37; — падающих звезд 130, 131; — спорадических 132.
Medii Sinus 103.
Memoria della societe degli Spettroscopisti Italiani 139.
Menelaus (Менелай), цирк 99.
Mercator, цирк 106.
Merope, зв. в Плеядах 197.
Mersenius, цирк 88.
Messala, цирк 96.
Messier, цирк 96, 110.
Metius, цирк 97.
Mimas, сп. Сатурна 80.
Mira (Удивительная, *o* Ceti) 149, 168, 183.
Monoceros, созв. 152. Дв. 8—162, 166, Перем. S — 187, *ν* — 189. Зв. скопления 200.
Montanari 189.
Mont Blanc, вершина в лунных Альпах 100.
Monthly Notices of the Royal Astronom. Society 21, 81, 211.
Montigny (мерцание) 156.
Mortis Lacus 96.
Mösting, цирк 88.

Nasmyth 89, 98, 101, 102, 105, 108.
Nautical Almanac астрон. календарь 67, 73, 81, 220.
Navis, Argo, созв. 152.
Nebularum Palus 109.
Nectaris mare 98.
Neison 85.
Nubium mare 106, 107, 109.

Oceanus Procellarum 109.
Ophiuchus созв. 151, 152. Дв. 39—163, 166; 5 — 164, 166; 70 p — 164, 166. Перем. k — 190. Цв. *δ* — 194. Зв. скопление 200.
Orion созв. 149, 152. Дв. *δ* 23 m — 160, 161; *ι*, *σ* — 163, *ϱ* — 163; *λ* — 30, 164, *ζ* — 30, 165, *β* — 30, 165. Кратная *ϑ* — (трапеция) 30, 163, 203; Мерц; *α*, *γ* — 156. Перем. *α* — 168, 185; *β*, *γ*, 31, anonyma — 188. Цв. *α* — 192. Яркие *α* — (Бетейгейзе) 149, 153, 154; *β* — (Ригель) 149, 153, 154, *γ* — (Беллятрикс) 153. Туманность 30, 149, 205, 206.

Palus Nebularum 109.
Parrot, цирк 103.
Parry, цирк 107.
Pegasus созвез. 149, 152. Мерц. *ε* — 156. Пер. *β* — 168, 186; *γ* — 187; *ε* — 191, 80—191. Цв. 2, *ε* — 194; *β*, 55, *ψ* — 194. Ярк. *α* — (Маркаб), *γ* — (Альгениб) 153. Зв. скопл. 200.
Perseus, созв. 149, 152. Дв. *η* — 161, 165; *ε* — 163, 165. Перем. *β* — (Альгол) 36, 149, 153, 168; *ϱ* — 187; *ε* — 188. Зв. скопл. 30, 35, 131, 196, 201.
Petavius, цирк 87, 97.
Phobos, сп. Марса 66.
Picard, цирк 88, 94.
Piccolomini, цирк 98.
Pico, гора на Луне 100.
Pisces, созв. 149, 152, 153. Дв. *ψ* — 161, 165; *ζ* — 161; 35—163; 55, 65—164, 165; *α* — 30, 165, Пер. *η*, *π*, *α*, 122—187, 188; 19—191. Цв. *ν* — 193; 19, 30—194.
Pisce austr. *α* (Фомальгаут) 153, 155. Пер. *ζ* — 191.
Pitatus, цирк 88, 106.
Plato, цирк 100, 111.
Plejone, зв. в Плеядах 197.
Plinius, цирк 99.
Polaris (Полярная) 148, 153. Дв. 162, 165. Кульминация 19. Мерц. 156. Цв. 192.
Posidonius, цирк 99.
Praesepe (Ясли) 30, 35, 150, 198.
Procellarum Oceanus 109.
Proclus, цирк 88.
Ptolomaus, цирк 88, 104 105.
Pyrenäen (Пиренеи), горы на Луне 98.

Quénisset 66.

Ramsden, цирк 106.
Rhea, сп. Сатурна 80.
Riccioli, астрон. 99.
Riccioli, цирк 88.
Rillen, трещины на Луне 30, 87, 97, 98, 102, 103, 105, 106, 107, 110, 111.
Riphaen, горн. цепь 109.
Ritter, цирк 103.
Römer, цирк 99.

Sagitta, созв. 153. Перем. S — 186.
Sagittarius, созв. 151, 152, Перем. 51, *δ*, *π*, anonyma — 190. Зв. скопл. 200. Туманность-омега 206.
Schellen 45.
Schickard, цирк 110.
Schmidt 85, 111, 188.
Schröter, цирк 107.
Schumacher 191.
Scorpius созв. 150, 153. Дв. *ν* — 160; *β* — 162, 166; *ζ* — 163, *α* — 165, 166. Мерц. 156. Перем. 18—190. Цв. *α* — 192, 194. Ярк. *α* — (Антарес) 153, 155.
Scutum Sob. созв. 152. Пер. R — 184. Зв. скопл. 201.
Secchi 45.
Serenitatis mare 87, 99.
Serpens созв. 151, 152. Дв. *β*, — 161, 166; *ϑ* — 166; *δ* — 30, 165, 166. Пер. R — 184. Цв. *ϱ* — 194.
Sextans, созв. 152.
Sinus Medii 88, 103. — Iridum 109.
Somniorum Lacus 96.
Stöfler, цирк 104.
Stufe (степень) 171.

Taurus, горы на Луне 99.
Taurus, созв. 149, 152, 153. Дв. *ϱ*, *ϑ* — 35, 149, 156, 160, 165. Мерц. *α*, *β* — 156. Перем. *λ* — 36, 179. Цвет. *α* — 193. Яркие *α* — 149, 153. Туманность 30, 202.
Taygeta, зв. в Плеядах 197.
Theaetatus, цирк 88.
Theon, цирк 88.

Theophilus, цирк 98, 103.
Tethys, сп. Сатурна 80.
Timocharis, цирк 88.
Titan, сп. Сатурна 80.
Tranquilitatis mare 99.
Triangulus, созв. 149, 152. Дв. ι — 164, 165. Пер. 15 — 188.
Triesnecker, цирк 102, 103.
Trouvelot 60, 61, 69, 80.
Tycho, цирк 84, 87, 106.

Ursa major, созв. 148, 152, Дв. ζ (Мицар) — 30, 148. 153, 162, 166; ζ и g (Мицар и Алькор) 35, 156, 160, 166; h — 161, 166; ξ — 30, 165, 166. Мерцание β, γ, ε, и ζ — 156. Перем. α, μ — 189, 190. Расстояние α и β — 154. Цв. α — 192; ν — 193. Туманность 206.
Ursa minor, созв. 148, 152; α см. Polaris; β — 190 (перем.) и 193, 194 (цв.).

Vaporum mare 103.
Vendelinus, цирк 97.
Virgo, созв. 150, 152, 153. Дв. γ — 30, 164, 166; ϑ — 163, 166. Пер. anonyma 190. Ярк. α (Спика) — 150, 153, 155. Туманность 30, 207.
Vitello, цирк 110.
Vitruvius, цирк 88.
Vulpecula, созв. 152. Anonyma 190. Звезд. скопление 201. Туманность Думбеля 207.

Werner, цирк 111.
Wichmann, цирк 88.
Wilson, James 159.
Wollaston 25, 41.
Wolf 46.
Wolfer 46.

Zupus, цирк 88.

1-ая карта содержит только *главнейшие* звезды и передает *все* небо, видимое в средних широтах, сразу, поэтому она удобна для начинающих.

Большой черный круг на ней — экватор; круги, с ним концентричные, — параллельные круги. Круг эксцентричный — эклиптика, то-есть путь, по которому видимо перемещается солнце за год.

Прямые, исходящие из центра — проэкции кругов склонений.

Римские цифры, стоящие около этих прямых во внутренней кайме карты, — часы прямого восхождения.

Во второй, наружной кайме, указаны месяцы и числа (около штрихов), когда солнце проходит соответственную (ближайшую) часть эклиптики.

В правом нижнем углу найдем ряд принятых обозначений для различных величин звезд.

Названия созвездий даны по-русски (некоторые в переводе); около ярких звезд выставлены имена.

Оглавление.

Стр.

Из предисловия к первому изданию 5

Глава I. Астрономическая труба и общие приемы наблюдений:
Об'ектив и окуляры (положительные и отрицательные) 7
Увеличение и поле зрения 9
Яркость изображения. 10
Компромиссы между величиной и ясностью изображений 10
Прямые и обратные изображения, земной окуляр; призма для наблюдений предметов в зените 11
Установка окуляра на ясное зрение 12
Труба-искатель 13
Вертикально-горизонтальная и параллактическая монтировки. Установка трубы 14
Определение меридиана. Установка экваториала 18
Приспособление лорда Lindsay 21
Испытание трубы 22
Чистка об'ектива, окуляров, разделенных кругов и различных металлических частей трубы 25
Помещение для трубы 28
Предметы для наблюдения в различные трубы 29
Шкала для оценки атмосферных условий 31
Различные предосторожности при наблюдениях. 31
Первые наблюдения трубой 33

Глава II. Наблюдения невооруженным глазом 35

Глава III. Солнце:
Наиболее интересные и доступные явления на солнечной поверхности: пятна, их движения и метаморфозы, факелы, грануляция 37
Различные приемы и удобное время для наблюдений солнца 42
Инструкция к систематическим наблюдениям солнечнных пятен 45

Глава IV. Планеты:
Видимые движения планет 53
Прохождения Меркурия и Венеры по диску солнца 57

Глава V. Меркурий 58

Глава VI. Венера:
Наблюдения Венеры днем, фазы, пепельный свет, атмосфера, фиктивный спутник 59

Глава VII Марс:
Ареография. — Противостояния Марса, диаметр, полярные пятна, фазы, атмосфера. — Предосторожности при наблюдениях 63

Стр.
Глава VIII. Малые планеты 67
Глава IX. Юпитер:
Общий вид Юпитера в трубу, атмосфера, вращение Юпитера, красное пятно 68
Спутники Юпитера, их затмения, прохождения по диску планеты, захождения за корпус Юпитера, прохождения тени по диску, изменения яркости спутников 70
Глава X. Сатурн:
Подробности на диске. — Кольцо, изменение вида кольца. — Спутники . 76
Глава XI. Уран и Нептун 82
Глава XII. Луна:
Общий очерк лунной поверхности: лунные цирки, горные цепи, моря, трещины, светлые лучи и блестящие точки; шкала яркости, атмосфера, либрация, рельеф лунной поверхности при наблюдениях *неполной* луны, пепельный свет, карта для общих наблюдений 84
Описание наиболее интересных местностей на лунной поверхности 94
Изменения лунной поверхности 110
Глава XIII. Затмения:
Солнечные затмения 112
Лунные затмения 113
Покрытия звезд Луною и планетами 115
Глава XIV. Зодиакальный свет 118
Глава XV. Кометы:
Общий вид кометы. — Открытия и наблюдения комет. — Периодические кометы 121
Глава XVI. Падающие звезды:
Потоки падающих звезд, их наблюдения 130
Спорадические падающие звезды, болиды 132
Инструкция к систематическим наблюдениям падающих звезд 133
Глава XVII. Звездное небо:
Суточное движение звезд. Прямое восхождение и склонение, звездное время, часовой угол 144
Общее обозрение неба от созвездия к созвездию 148
Время кульминаций различных созвездий 152
Зодиакальные созвездия 153
Названия ярких звезд 153
Угловые расстояния между звездами 154
Видимые диаметры звезд 154
Яркость 154
Зоркость глаза 156
Мерцание звезд 156
Глава XVIII. Двойные звезды:
Наблюдения 158
Каталог двойных звезд, расположенных по расстоянию 160
Каталог двойных звезд, расположенных по прямому восхождению 165
Глава XIX. Переменные звезды:
Деление переменных звезд на классы 168
Наблюдения переменных звезд 170
Обработка наблюдений 173
Наиболее интересные переменные звезды 179
Звезды, для которых изменение блеска вероятно 187
Глава XX. Цветные звезды 192
Глава XXI. Звездные скопления 196

Стр.
Глава XXII. Туманности 202
Глава XXIII. Млечный путь 208
Инструкция к систематическим наблюдениям 210
Приложения:
Определение времени и географического положения мест без помощи астрономических инструментов 215
Фотографирование неба 226
Спектральные наблюдения 231
Астрономические башни 233
Таблица I. Звездное время в средний полдень 237
» II. Для перевода среднего времени в звездное 238
» III. Для перевода звездного времени в среднее 238
» IV. Для перевода времени в дугу 239
» V. Для перевода дуги во время 239
» VI. Элементы больших планет и Луны 240
» VII. Годовая прецессия 241
» VIII. Широты и долготы главнейших городов и населенных мест Р.С.Ф.С.Р. 242
» IX. Положение главнейших звезд северного неба для 1925 г. 244
Алфавитный указатель русских имен 249
» » латинских названий 256
Звездные карты:
I. Общая карта северного неба.
II. Околополярные созвездия.
III. IV. V. } От 40° сев. до 30° южн. склонения { Экваториальная зона от 0° до 120° прям. восх.
» » » 120° » 240° » »
» » » 240° » 360° » »