

**П.И. Попов**

# **Общедоступная практическая астрономия**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 52  
ББК 22.6  
П11

П11 **П.И. Попов**  
Общедоступная практическая астрономия / П.И. Попов – М.: Книга по Требованию, 2024. – 171 с.

**ISBN 978-5-458-24731-3**

Из предисловия ко второму изданию. При подготовке книги для первого её издания ставились задачи дать знакомство с простейшими способами астрономической ориентировки, а для их понимания - и с небесными явлениями, которые связаны с этими способами. Опыт показал, что книга получила более широкое применение, чем предполагалось тогда. Небывалые темпы и размах социалистического строительства в нашей великой стране, не только восстановившей довоенный уровень производства во всех его областях, но и далеко продвинувшей вперёд многие из этих областей, - этот размах вызвал и новые потребности во всех видах знания, применений науки, в частности астрономии. В третьем издании учтены недочёты первых двух, материал книги с учётом этого, дополнен и переработан.

**ISBN 978-5-458-24731-3**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2024  
© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

При подготовке книги для первого её издания ставились задачи дать знакомство с простейшими способами астрономической ориентировки, а для их понимания — и с небесными явлениями, которые связаны с этими способами.

Опыт показал, что книга получила более широкое применение, чем предполагалось тогда. Небывалые темпы и размах социалистического строительства в нашей великой стране, не только восстановившей довоенный уровень производства во всех его областях, но и далеко продвинувшей вперёд многие из этих областей, — этот размах вызвал и новые потребности во всех видах знания, применений науки, в частности астрономии.

Широкое распространение всевозможных экспедиций для изучения природы и истории нашей необъятной родины, для использования её естественных богатств, организация экскурсий и пр. — всё это требует знакомства со способами ориентировки, с картой, способами определения времени, и не только самыми примитивными, но и более точными, которые могли бы придать результатам, полученным в экспедициях, определённое научное значение. В иных случаях, если даже и не приходится непосредственно проводить работу по определению времени, координат места, измерению силы тяжести и пр., то надо иметь ясное представление о том, как она проводится, чтобы понимать связанные с этим мероприятия. В этих целях отдельные разделы в книге пришлось расширить и несколько углубить, не останавливаясь перед тем, чтобы использовать и математические формулы и некоторые технические приёмы. Возможность использо-

вания математики, однако в пределах, не превышающих знаний, даваемых средней школой, диктуется и заметным повышением образовательного уровня в нашей стране.

При переработке для настоящего издания автор учёл и то, что книга использовалась преподавателями средней школы, а также служила пособием в различных кружках.

Одним из недостатков первого издания была недостаточная наглядность рисунков, их мелкие размеры. Поэтому ряд рисунков заменён новыми, а отдельные рисунки увеличены.

*П. И. Попов*

## ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

В третьем издании сохранена в основном общая структура книги и характер изложения. При подробном просмотре её внесены исправления всех замеченных и указанных в рецензиях недочетов, а также заново составлены таблицы, относившиеся к прошлым годам во втором издании, например таблица фаз Луны.

Кроме того, внесены приложения, согласно пожеланиям, выраженным в рецензиях, как-то: устройство упрощенного высотомера, определение географической широты по высоте Полярной звезды, определение широты места с помощью солнечного кольца. Некоторые рисунки заменены, некоторые внесены дополнительно.

Выражая благодарность всем товарищам, указавшим на недочеты книги в прежнем издании и давшим ценные советы, прошу всех товарищей, пользующихся книгой, сообщить свои пожелания к дальнейшему ее улучшению по адресу: г. Москва, Орликов пер., 3, Государственное издательство технико-теоретической литературы.

*П. И. Попов.*

18 марта 1953 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Астрономия — наука о небесных светилах — старейшая из наук о природе. На протяжении всей своей истории она играла исключительную роль в развитии мировоззрений, в борьбе с религиозным, по выражению Маркса, «превратным мирознанием». Она и в настоящее время играет ту же роль как одна из научных основ диалектико-материалистического мировоззрения.

Возникла же и развивалась астрономия в связи с практической деятельностью человека. Говоря о последовательном развитии отдельных отраслей естествознания и устанавливая связь их с производством, Энгельс отмечает: «Сперва *астрономия*, которая уже из-за времён года абсолютно необходима для пастушеских и земледельческих народов». Таким образом, с незапамятных времён астрономические явления служили основой для измерения времени. Первобытный человек невольно обращал свой взор на небо, примечал те или другие яркие звёзды, повторение появления их над горизонтом и старался таким образом угадать наступление определённого времени года. Смена дня и ночи, различная высота Солнца над горизонтом, изменение вида ночного неба регулировали полевые работы первобытного земледельца.

Попадая в незнакомую местность, человек видел ночью на небе всё те же звёзды, и они направляли его путь. В прежние времена небо было единственным путеводителем, но и теперь оно является единственным источником различных способов точного определения местоположения пунктов, прокладывания линий на Земле, например трасс каналов, различных геодезических работ, проверки часов, составления точных карт и пр.

Способы точного измерения положений звёзд, определения времени, широты и долготы места на Земле, устройство измерительных инструментов, методы работы с ними и пр. — всё это составляет задачу практической астрономии. Она получила такое название в отличие от других отраслей астрономии, таких, как теоретическая астрономия, изучающая при помощи методов высшей математики истинные движения небесных тел в пространстве, или астрофизика, исследующая и описывающая природу небесных тел, их физическое состояние, химический состав и всякие происходящие на них изменения.

Практическая астрономия в настоящее время представляет собой глубоко разработанную отрасль астрономии с весьма точными, математически обоснованными, специальными методами. Мы берём из этой отрасли астрономии для настоящей книги то, что нужно не для специалистов, которые найдут необходимые им знания в специальных курсах практической астрономии, а для широкого круга читателей, нуждающихся в ознакомлении с простейшими приёмами или доступными инструментальными измерениями и способами астрономической ориентировки, а также для людей, желающих получить общее знакомство с практическими применениями астрономии.

Всякие, даже самые простые, способы могут быть хорошо усвоены и правильно применяемы только в случае, если понятны те явления, которые при этом наблюдаются. Поэтому в книге уделено достаточное внимание объяснению самих астрономических явлений, связанных с практикой наблюдений и измерений, а также необходимым сведениям из так называемой сферической астрономии.

Ограничиваясь в дальнейшем изложении только теми вопросами, которые охватываются практической астрономией, мы считаем необходимым предпослать им общее краткое описание окружающего нас мира небесных тел и места, занимаемого среди них Землёй (а стало быть, и нами как наблюдателями) по современным научным представлениям.

Земля представляется нам весьма обширной. О размерах Земли можно судить по величине её радиуса, который составляет приблизительно 6370 км; объём Земли,



следовательно, свыше тысячи миллиардов кубических километров. По своей форме Земля несколько отличается от точного шара; она сжата у полюсов и несколько более выпуклая у экватора. Но это сжатие в общем незначительно: полярный радиус на 21 км короче экваториального, что составляет приблизительно  $\frac{1}{300}$  (точнее  $\frac{1}{298}$ ) долю радиуса. Длина  $1^\circ$  дуги меридиана составляет у экватора 110,6 км, а у полюса 111,7 км. Наиболее точно размеры и форма Земли были определены советским геодезистом Ф. Н. Красовским и его сотрудниками. Результаты, полученные Ф. Н. Красовским (экваториальный радиус равен 6 378 245 м, полярный радиус равен 6 356 863 м), имеют большое значение для развития геодезических и картографических работ в СССР.

На расстоянии примерно 60 земных радиусов от Земли находится ближайшее к нам небесное тело — Луна, меньших размеров, чем Земля (радиус Луны 1740 км). Луна является спутником Земли, обращается вокруг неё в  $27\frac{1}{3}$  суток и всё время сопровождает Землю в её годичном движении вокруг Солнца. Луна, как и Земля, сама по себе темна, поэтому нам видна бывает только та часть обращённой к Земле поверхности Луны, которая освещена Солнцем. В зависимости от положения Луны относительно Солнца она меняет свой вид, происходит смена так называемых фаз (первая четверть, полнолуние, последняя четверть, новолуние), последовательность которых повторяется через каждые  $29\frac{1}{2}$  суток.

Кроме Земли, вокруг Солнца обращаются восемь планет; две из них (так называемые *внутренние*) ближе к Солнцу, чем Земля, а остальные (*внешние*) дальше. (Некоторые данные о планетах, видимых простым глазом, приведены в Приложении II, стр. 149.)

Ближайшая к Солнцу планета — Меркурий — видна только в лучах зари. По объёму она в 20 раз меньше, чем Земля (рис. 1).

Следующая за Меркурием — Венера — лишь немного меньше Земли. Обращаясь вокруг Солнца, она на небе по временам удаляется от него на  $46\text{—}48^\circ$  и сияет на вечернем или утреннем небе гораздо ярче всех звёзд. Наша Земля обращается вокруг Солнца в течение года

на расстоянии в среднем полутора миллиона километров. Ближайший сосед Земли с внешней стороны — планета Марс. Он почти в два раза меньше Земли по диаметру и представляется на небе красноватой звездой. Как и все внешние планеты, он может располагаться на небе в стороне, противоположной Солнцу (находиться в *противостоянии*), и тогда его можно наблюдать всю ночь.

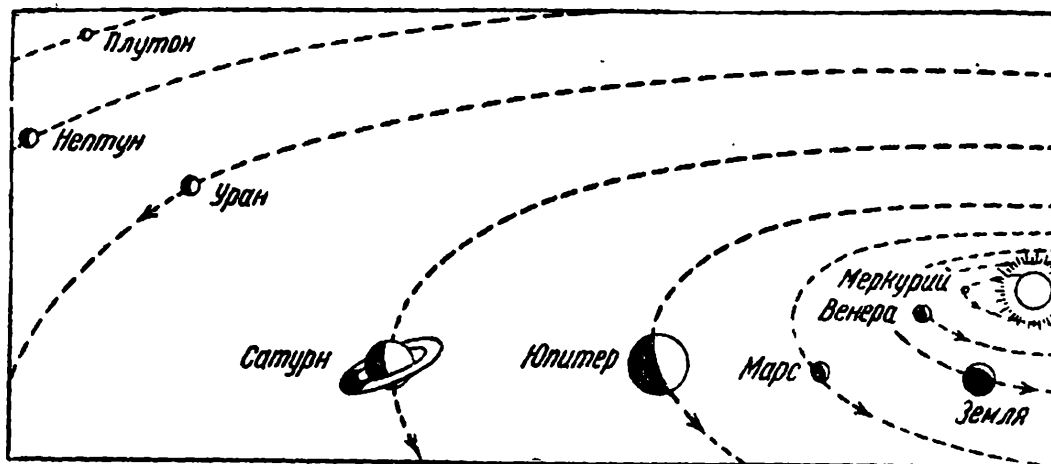


Рис. 1.

В пять раз дальше от Солнца, чем Земля, обращается вокруг него самая большая из планет — Юпитер (её объём в 1300 раз больше объёма Земли). Совершая один оборот вокруг Солнца почти в 12 лет, Юпитер медленно перемещается по небу среди звёзд и виден как очень яркая звезда, светящая спокойным блеском. Ещё дальше от Солнца планета Сатурн. Он несколько меньших размеров, чем Юпитер, и примечателен тем, что окружён кольцом, видимым в телескоп. Перемещается Сатурн по небу ещё медленнее Юпитера и менее ярк, однако он ярче почти всех звёзд.

Все эти планеты можно видеть простым глазом, когда они располагаются на небе достаточно далеко от Солнца. Но этим не исчерпывается наша солнечная семья. С помощью телескопов были открыты и более далёкие планеты, уже не видимые простым глазом. Это большие планеты Уран (в 19 раз дальше от Солнца и почти в 70 раз

больше по объёму, чем Земля) и Нептун (в 30 раз дальше и почти в 60 раз по объёму больше Земли). Наконец, самая далёкая от Солнца планета — Плутон, по размерам несколько меньше Земли, совершает свой оборот вокруг Солнца почти в 250 лет, на расстоянии от Солнца в 40 раз дальше, чем Земля.

В состав солнечной системы входят также несколько десятков тысяч малых планет или астероидов, движущихся в основном между орбитами Марса и Юпитера (из них в настоящее время открыто около двух тысяч), множество комет и метеорных тел.

Центральным телом всей этой системы является Солнце. Оно в миллион триста тысяч раз больше Земли по объёму, а его масса составляет 99,86% общей массы всех тел, входящих в солнечную систему. Солнце — раскалённый газовый шар; температура его поверхности достигает 6000°.

Но Солнце в окружающем нас мире не одно: все многочисленные звёзды, сверкающие на ночном небе, представляют раскалённые газовые шары, подобные Солнцу, но чрезвычайно удалённые от нас. Более ста лет назад благодаря работам первого директора Пулковской обсерватории В. Я. Струве и других астрономов удалось измерить расстояния до звёзд; оказалось, что от ближайшей из них свет идёт к нам  $4\frac{1}{3}$  года. А ведь свет распространяется со скоростью триста тысяч километров в секунду! Есть звёзды, от которых свет идёт десятки, сотни и даже тысячи лет. Значит, когда мы смотрим на звёздное небо, мы видим все звёзды, так сказать, в прошлом: одни такими, какими они были 10 лет назад, другие — 100, третьи — 1000 лет назад и т. д. Если бы мы стали смотреть на наше Солнце с какой-нибудь звезды, то оно представилось бы нам сравнительно слабой звёздочкой, ничем не выделяющейся среди других.

Есть среди звёзд одиночные звёзды, как наше Солнце, но найдены также двойные и кратные, обращающиеся около общего центра. Обнаружены звёзды, которые меняют свой блеск, то ослабляя, то усиливая его, — их называют переменными. Результаты изучения звёзд приводят к выводу, что на Солнце и звёздах находятся в об-

щем те же химические элементы, что и на Земле, и подчиняются они тем же законам.

Количество звёзд на небе кажется неисчислимым, но видимые простым глазом звёзды давно уже подсчитаны—их видно над горизонтом одновременно около 3 тысяч. Звёзд первой величины (наиболее ярких) на всём небе около 20, а второй величины (как Полярная)—около 50.

Изучение распределения звёзд в пространстве показывает, что окружающая нас звёздная система, в которую входит около полутораста миллиардов звёзд, так называемая Галактика, имеет определённые границы. Основная масса звёзд Галактики концентрируется в плоскости Млечного Пути. В межзвёздном пространстве наблюдаются так называемые галактические туманности, состоящие из сильно разрежённых газов и космической пыли, как светящиеся, так и тёмные. Вся Галактика занимает громадное пространство: её наибольший поперечник таков, что свет проходит его почти в сто тысяч лет.

А что же находится за пределами нашей звездной системы? На небе наблюдаются светящиеся туманности, многие из них имеют спиральную форму. Они оказались состоящими из звёзд. Расстояния до этих туманностей так велики, что свет от них идёт к нам сотни тысяч и миллионы лет. Они представляют собой другие звёздные системы, подобные нашей Галактике. Таких систем обнаружено в мировом пространстве чрезвычайно много.

Как далеко ни проникает человек при помощи всё более совершенных наблюдательных средств в глубь мирового пространства, он находит там всё новые и новые образования материи. И всё находится в движении и изменении. Солнце, увлекая за собой Землю и все другие движущиеся вокруг него тела, само движется в направлении к созвездию Лиры со скоростью 20 км в секунду. Все звёзды в свою очередь также движутся, и если человеку расположение их на небе друг относительно друга кажется неизменным, то это только потому, что они очень далеки от нас. Наряду с движениями отдельных звёзд в различных направлениях обнаружено вращение всей Галактики, в котором участвует и наше Солнце, и, наконец,

движение целых галактик в пространстве по разным направлениям.

Исследование изменений, происходящих в небесных телах, сравнение их привели к выводу, что различные звёзды, целые звёздные системы предстают перед нами на разных стадиях своего развития. И вся вселенная представляется нам как материальный процесс, развёртывающийся бесконечно во времени и пространстве.

Только потому, что процессы в звёздном мире протекают в невообразимо большие промежутки времени, а сами звёзды чрезвычайно далеки от нас, все их изменения и движения остаются почти незаметными для человека не только в течение его жизни, но и на протяжении веков и тысячелетий.

Вот почему люди ещё с древних времён стали отличать близкие к нам Солнце, Луну и планеты от тех несравненно более далеко находящихся светил, которые заполняют так называемое небо неподвижных звёзд. Мы и теперь видим на ночном небе всё те же группировки звёзд или созвездия, которые видели и древние греки две тысячи лет назад. Эта видимая как бы неизменность взаимного расположения звёзд и созвездий и даёт нам возможность ориентироваться по звёздам, как по неподвижным маякам.

---

## ГЛАВА I

### ПРИБЛИЖЕННЫЕ СПОСОБЫ ОРИЕНТИРОВКИ

Ориентироваться на местности — это значит указать, где мы находимся и в какой стороне от нас лежит север (С). Встав лицом к северу (рис. 2), мы будем иметь направо восток (В), налево — запад (З), а сзади — юг (Ю).

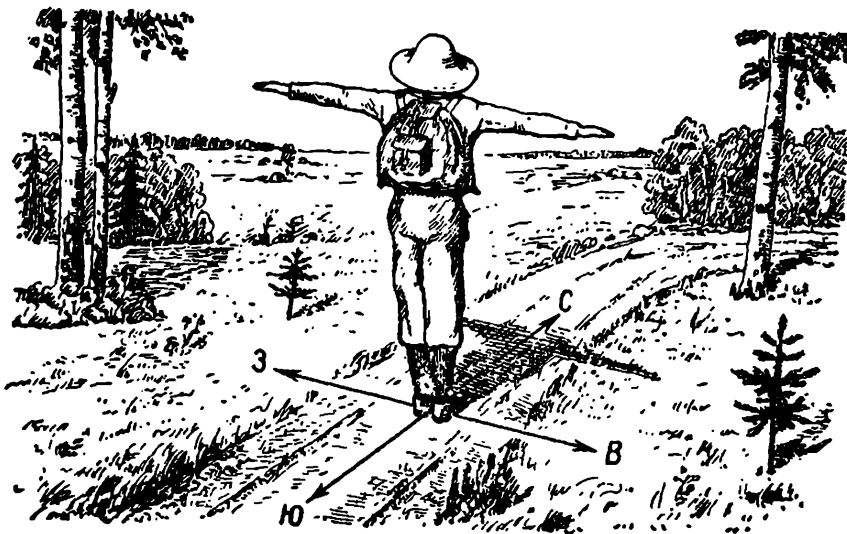


Рис. 2.

Посредине между севером и востоком — северо-восток (СВ), между севером и западом — северо-запад (СЗ) и аналогично — юго-восток (ЮВ), юго-запад (ЮЗ).

Если мы имеем план или карту, то на них указывается направление на север: на плане обычно ставится стрелка, а на карте имеется сетка линий, одни из которых идут с юга на север, другие — с запада на восток. На местности таких указателей нет, и направление на север надо опре-