

**НАУКУ — ВСЕМ!**

**Я. И. Перельман**

**ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ  
АСТРОНОМИЯ**

**ШЕДЕВРЫ**  
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
- Астрономия -

# Яков Исидорович Перельман

## Занимательная астрономия

*Текст предоставлен издательством «АСТ»  
[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=266332](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=266332)  
Занимательная астрономия: АСТ; М.;*

### Аннотация

Настоящая книга, написанная выдающимся популяризатором науки Я.И.Перельманом, знакомит читателя с отдельными вопросами астрономии, с ее замечательными научными достижениями, рассказывает в увлекательной форме о важнейших явлениях звездного неба. Автор показывает многие кажущиеся привычными и обыденными явления с совершенно новой и неожиданной стороны и раскрывает их действительный смысл.

Задачи книги – развернуть перед читателем широкую картину мирового пространства и происходящих в нем удивительных явлений и возбудить интерес к одной из самых увлекательных наук – к науке о звездном небе.

Для всех, кто интересуется астрономией, в том числе учителей, лекторов, руководителей кружков, любознательных школьников.

# Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА	4
ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА К ИЗДАНИЮ 1966 г.	6
ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА	8
Глава первая	11
Конец ознакомительного фрагмента.	43

# Яков Исидорович Перельман ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

После выхода в 1966 году очередного издания книги Я.И. Перельмана «Занимательная астрономия» прошло более сорока лет. За это время многое изменилось. Знания людей о космическом пространстве расширились в той же степени, в какой стали доступными для науки объекты ближнего и дальнего космоса. Новые возможности наблюдательной астрономии, развитие астрофизики и космологии, успехи пилотируемой космонавтики, информация с борта все более совершенных автоматических межпланетных станций, выведение на околоземную орбиту мощных телескопов, «прощупывание» вселенских пространств радиоволнами – все это постоянно обогащает астрономические знания. Разумеется, новая астрономическая информация была внесена и в готовящееся издание книги Я.И. Перельмана.

В частности, книга была дополнена новыми результатами

исследований Луны и уточненными данными о планете Меркурий. Приведены в соответствие с современными знаниями даты ближайших солнечных и лунных затмений, а также противостояний Марса.

Весьма впечатляюще полученные с помощью телескопов и автоматических межпланетных станций новые сведения о планетах-гигантах Юпитере, Сатурне, Уране и Нептуне – в частности, о количестве их спутников и о наличии планетных колец не только у Сатурна. Эти сведения были также внесены в текст нового издания – там, где это позволяет структура книги. Новые данные о планетах Солнечной системы внесены в таблицу «Планетная система в числах».

В новом издании учтены также изменения географических и политикоадминистративных названий, появившиеся в результате перемены власти и экономической системы в стране. Перемены сказались также на сфере науки и образования: например, астрономия постепенно выводится из числа предметов, изучаемых в средней общеобразовательной школе, изымается из обязательных школьных программ. И тот факт, что группа издательств АСТ продолжает выпускать популярные книги по астрономии, в том числе новое издание книги великого популяризатора науки Я.И. Перельмана, вселяет надежду, что молодые люди новых поколений все-таки будут что-то знать о родной планете Земля, Солнечной системе, нашей Галактике и других объектах Вселенной.

*Н.Я. Дорожкин*

# ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА К ИЗДАНИЮ 1966 г.

Подготавливая к печати 10-е издание «Занимательной астрономии» Я.И. Перельмана, редактор и издательство полагали, что это последнее издание этой книги. Бурное развитие науки о небе и успехи в освоении космического пространства пробудили интерес к астрономии у новых многочисленных читателей, которые вправе рассчитывать получить новую книгу этого плана, отражающую события, идеи и мечты нашего времени. Однако многочисленные настоячивые просьбы о переиздании «Занимательной астрономии» показали, что книга Я.И. Перельмана – выдающегося мастера популяризации науки в легкой, доступной, занимательной, но в то же время достаточно строгой форме – стала в известном смысле классической. А классиков, как известно, переиздают несчетное число раз, приобщая к ним новые и новые поколения читателей.

Подготавливая новое издание, мы и не стремились приблизить его содержание к нашему «космическому веку». Мы надеемся, что появятся новые, посвященные новому этапу развития науки книги, которых ожидает благодарный читатель. Мы внесли лишь самые необходимые изменения в текст. В основном это уточненные данные о небесных те-

лах, указания на новые открытия и достижения, ссылки на книги, изданные в последние годы. В качестве книги, которая сможет значительно расширить кругозор читателей, интересующихся наукой о небе, можно рекомендовать «Очерки о вселенной» Б.А. Воронцова-Вельяминова, которые, пожалуй, также стали классическими и выдержали уже пять изданий. Много нового и интересного читатель найдет в научно-популярном журнале Академии наук СССР «Земля и вселенная», посвященном проблемам астрономии, геофизики и исследования космического пространства. Этот журнал начал выходить в 1965 г. в издательстве «Наука».

*П. Куликовский*

# ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Астрономия – счастливая наука: она, по выражению французского ученого Араго, не нуждается в украшениях. Достижения ее настолько захватывающи, что не приходится прилагать особых забот для привлечения к ним внимания. Однако наука о небе состоит не только из удивительных откровений и смелых теорий. Ее основу составляют факты обыденные, повторяющиеся изо дня в день. Люди, не принадлежащие к числу любителей неба, в большинстве случаев довольно смутно знакомы с этой прозаической стороной астрономии и проявляют к ней мало интереса, так как трудно сосредоточить внимание на том, что всегда перед глазами.

Будничная часть науки о небе, ее первые, а не последние страницы и составляют главным образом (но не исключительно) содержание «Занимательной астрономии». Она стремится прежде всего помочь читателю в уяснении основных астрономических фактов. Это не значит, что книга представляет нечто вроде начального учебника. Способ обработки материала существенно отличает ее от учебной книги. Полузнакомые обыденные факты облечены здесь в необычную, нередко парадоксальную форму, показаны с новой, неожиданной стороны, чтобы обострить внимание к ним и освежить интерес. Изложение по возможности освобождено от специальных терминов и от того технического

аппарата, который часто становится преградой между астрономической книгой и читателем.

Популярным книгам нередко делают упрек в том, что по ним ничему серьезно научиться нельзя. Упрек до известной степени справедлив и поддерживается (если иметь в виду сочинения в области точного естествознания) обычаем избегать в популярных книгах всяких числовых расчетов. Между тем читатель только тогда действительно овладевает материалом книги, когда научается, хотя бы в элементарном объеме, оперировать с ним численно. Поэтому в «Занимательной астрономии», как и в других своих книгах той же серии, составитель не избегает простейших расчетов и заботится лишь о том, чтобы они предлагались в расчлененной форме и были вполне посильны для знакомых со школьной математикой. Подобные упражнения не только прочнее закрепляют усваиваемые сведения, но и готовят к чтению более серьезных сочинений.

В предлагаемый сборник вошли главы, относящиеся к Земле, Луне, планетам, звездам и тяготению, причем составитель избирал преимущественно такой материал, который обычно в популярных сочинениях не рассматривается. Темы, не представленные в этом сборнике, автор надеется обработать со временем во второй книге «Занимательной астрономии». Впрочем, сочинение подобного типа вовсе и не ставит себе задачей равномерно исчерпать все богатейшее содержание современной астрономии.

*Я П.*

# Глава первая

## ЗЕМЛЯ, ЕЕ ФОРМА И ДВИЖЕНИЯ

### Кратчайший путь на Земле и на карте

Наметив мелом две точки на классной доске, учительница предлагает юному школьнику задачу: начертить кратчайший путь между обеими точками.

Ученик, подумав, старательно выводит между ними извилистую линию.

– Вот так кратчайший путь! – удивляется учительница. – Кто тебя так научил?

– Мой папа. Он шофер такси.

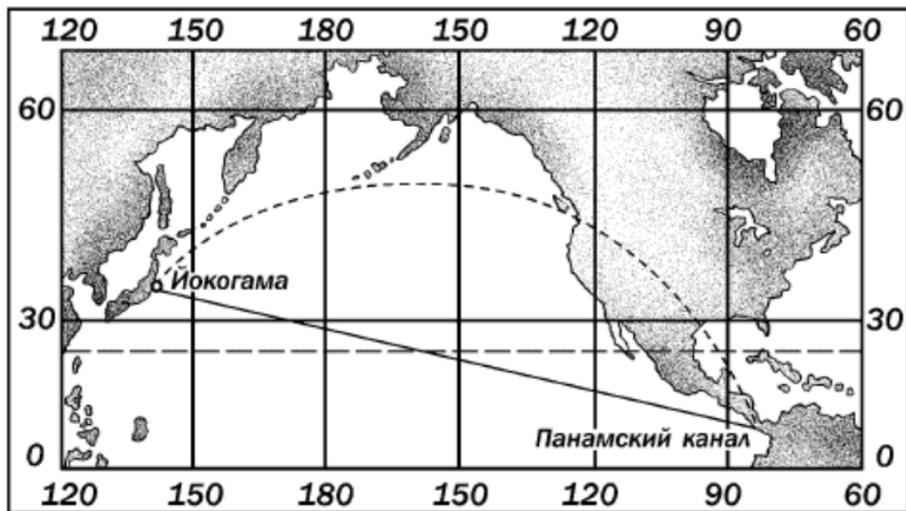
Чертеж наивного школьника, конечно, анекдотичен, но разве не улыбнулись бы вы, если бы вам сказали, что пунктирная дуга на рис. 1 – самый короткий путь от мыса Доброй Надежды до южной оконечности Австралии!

Еще поразительнее следующее утверждение: изображенный на рис. 2 кружный путь из Японии к Панамскому каналу короче прямой линии, проведенной между ними на той же карте!



*Рис. 1. На морской карте кратчайший путь от мыса Доброй Надежды до южной оконечности Австралии обозначается не прямой линией («локсодромией»), а кривой («ортодромией»)*

Все это похоже на шутку, а между тем перед вами – бесспорные истины, хорошо известные картографам.



*Рис. 2. Кажется невероятным, что криволинейный путь, соединяющий на морской карте Йокогаму с Панамским каналом, короче прямой линии, проведенной между теми же точками*

Для разъяснения вопроса придется сказать несколько слов о картах вообще и о морских в частности. Изображение на бумаге частей земной поверхности – дело непростое даже в принципе, потому что Земля – шар, а известно, что никакую часть шаровой поверхности нельзя развернуть на плоскости без складок и разрывов. Поневоле приходится мириться с неизбежными искажениями на картах. Придумано много способов черчения карт, но все карты не свободны от недостатков: на одних имеются искажения одного рода, на

других иного рода, но карт вовсе без искажений нет.

Моряки пользуются картами, начерченными по способу старинного голландского картографа и математика XVI в. Меркатора. Способ этот называется «меркаторской проекцией». Узнать морскую карту легко по ее прямоугольной сетке: меридианы изображены на ней в виде ряда параллельных прямых линий; круги широты – тоже прямыми линиями, перпендикулярными к первым (см. рис. 5).

Вообразите теперь, что требуется найти кратчайший путь от одного океанского порта до другого, лежащего на той же параллели. На океане все пути доступны, и осуществить там путешествие по кратчайшему пути всегда возможно, если знать, как он пролегает. В нашем случае естественно думать, что кратчайший путь идет вдоль той параллели, на которой лежат оба порта: ведь на карте – это прямая линия, а что может быть короче прямого пути! Но мы ошибаемся: путь по параллели вовсе не кратчайший.

В самом деле: на поверхности шара кратчайшее расстояние между двумя точками есть соединяющая их дуга большого круга.<sup>1</sup> Но круг параллели – *малый* круг. Дуга большого круга менее искривлена, чем дуга любого малого круга, проведенного через те же две точки: большему радиусу отвечает меньшая кривизна. Натяните на глобусе нить меж-

---

<sup>1</sup> *Большим кругом* на поверхности шара называется всякий круг, центр которого совпадает с центром этого шара. Все остальные круги на шаре называются *малыми*.

ду нашими двумя точками (ср. рис. 3); вы убедитесь, что она вовсе не ляжет вдоль параллели. Натянутая нить – бесспорный указатель кратчайшего пути, а если она на глобусе не совпадает с параллелью, то и на морской карте кратчайший путь не обозначается прямой линией: вспомним, что круги параллелей изображаются на такой карте прямыми линиями, всякая же линия, не совпадающая с прямой, есть *кривая*.



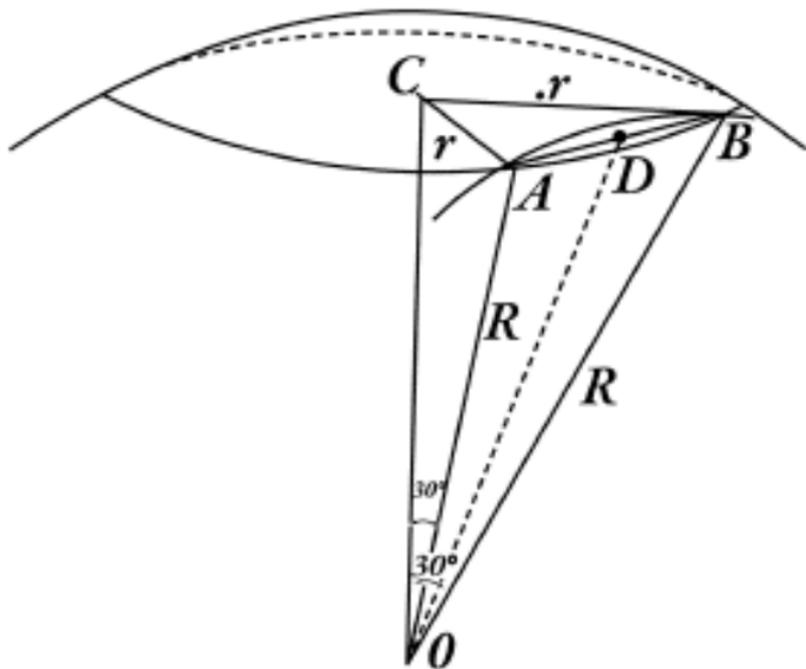
*Рис. 3. Простой способ отыскания действительно кратчайшего пути между двумя пунктами: надо на глобусе натянуть нитку между этими пунктами*

После сказанного становится понятным, почему кратчайший путь на морской карте изображается не прямой, а кри-

вой линией.

Рассказывают, что при выборе направления для Николаевской (ныне Октябрьской) железной дороги велись нескончаемые споры о том, по какому пути ее проложить. Конец спорам положило вмешательство царя Николая I, который решил задачу буквально «прямолинейно»: соединил Петербург с Москвой по линейке. Если бы это было сделано на меркаторской карте, получилась бы конфузная неожиданность: вместо прямой дорога вышла бы кривой.

Кто не избегает расчетов, тот несложным вычислением может убедиться, что путь, кажущийся нам на карте кривым, в действительности короче того, который мы готовы считать прямым. Пусть обе наши гавани лежат на 60-й параллели и разделены расстоянием в  $60^\circ$ . (Существуют ли в действительности такие две гавани – для расчета, конечно, безразлично.)



*Рис. 4. К вычислению расстояний между точками  $A$  и  $B$  на шаре по дуге параллели и по дуге большого круга*

На рис. 4 точка  $O$  – центр земного шара,  $AB$  – дуга круга широты, на котором лежат гавани  $A$  и  $B$ ; в ней  $60^\circ$ . Центр круга широты – в точке  $C$  Вообразим, что из центра  $O$  земного шара проведена через те же гавани дуга большого круга: ее радиус  $OB = OA = R$ ; она пройдет близко к начерчен-

ной дуге  $AB$ , но не совпадает с нею.

Вычислим длину каждой дуги. Так как точки  $A$  и  $B$  лежат на широте  $60^\circ$ , то радиусы  $OA$  и  $OB$  составляют с  $OC$  (осью земного шара) угол в  $30^\circ$ . В прямоугольном треугольнике  $ACO$  катет  $AC (=r)$ , лежащий против угла в  $30^\circ$ , равен половине гипотенузы  $AO$ ;

значит,  $r=R/2$ . Длина дуги  $AB$  составляет одну шестую длины круга широты, а так как круг этот имеет вдвое меньшую длину, чем большой круг (соответственно вдвое меньшему радиусу), то длина дуги малого круга

$$AB = \frac{1}{6} \times \frac{40\ 000}{2} = 3333 \text{ км}$$

Чтобы определить теперь длину дуги большого круга, проведенного между теми же точками (т. е. кратчайшего пути между ними), надо узнать величину угла  $AOB$ . Хорда  $AS$ , стягивающая дугу в  $60^\circ$  (малого круга), есть сторона правильного шестиугольника, вписанного в тот же малый круг; поэтому  $AB = r = R/2$

Проведя прямую  $OD$ , соединяющую центр  $O$  земного шара с серединой  $D$  хорды  $AB$ , получаем прямоугольный треугольник  $ODA$ , где угол  $D$  – прямой:

$$DA = \frac{1}{2}AB \text{ и } OA = R.$$

Значит,

$$\sin AOD = AD : AO = R/4 : R = 0,25$$

Отсюда находим (по таблицам):

$$\#AOD = 14^\circ 28',5$$

и, следовательно,

$$\#AOB = 28^\circ 57'.$$

Теперь уже нетрудно найти искомую длину кратчайшего пути в километрах. Расчет можно упростить, если вспомнить, что длина минуты большого круга земного шара есть морская миля, т. е. около 1,85 км. Следовательно,  $28^\circ 57' = 1737' \approx 3213$  км.

Мы узнаем, что путь по кругу широты, изображенный на морской карте прямой линией, составляет 3333 км, а путь по большому кругу – по кривой на карте – 3213 км, т. е. на 120 км короче.

Вооружившись ниткой и имея под руками глобус, вы легко можете проверить правильность наших чертежей и убедиться, что дуги больших кругов действительно пролегают так, как показано на чертежах. Изображенный на рис. 1 будто бы «прямой» морской путь из Африки в Австралию составляет 6020 миль, а «кривой» – 5450 миль, т. е. короче на 570 миль, или на 1050 км. «Прямой» на морской карте воздушный путь из Лондона в Шанхай перерезает Каспийское

море, между тем как действительно кратчайший путь пролегает к северу от Петербурга. Понятно, какую роль играют эти вопросы в экономии времени и горючего.

Если в эпоху парусного судоходства не всегда дорожили временем, – тогда «время» еще не считалось «деньгами», – то с появлением паровых судов приходится платить за каждую излишне израсходованную тонну угля. Вот почему в наши дни ведут суда по действительно кратчайшему пути, пользуясь нередко картами, выполненными не в меркаторской, а в так называемой «центральной» проекции: на этих картах дуги больших кругов изображаются прямыми линиями.

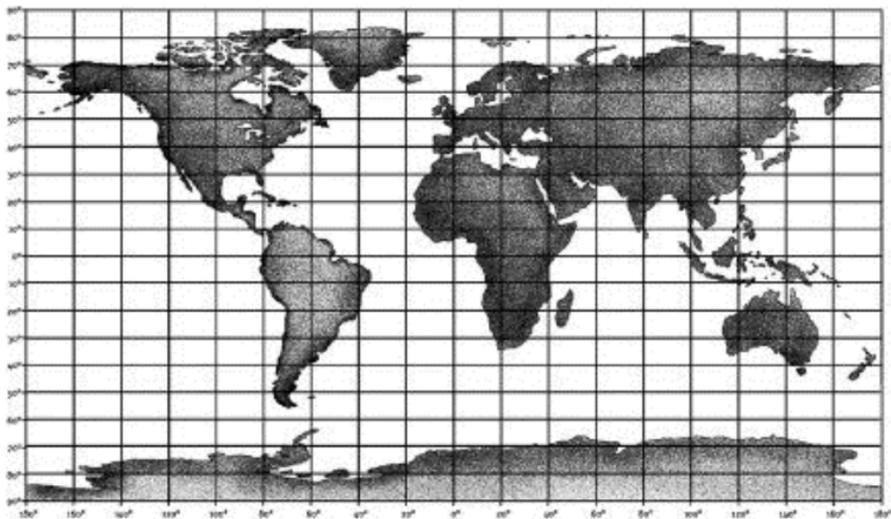
Почему же прежние мореплаватели пользовались столь обманчивыми картами и избирали невыгодные пути? Ошибочно думать, что в старину не знали о сейчас указанной особенности морских карт. Дело объясняется, конечно, не этим, а тем, что карты, начерченные по способу Меркатора, обладают наряду с неудобствами весьма ценными для моряков выгодами. Такая карта, во-первых, изображает отдельные небольшие части земной поверхности без искажения, сохраняя углы контура. Этому не противоречит то, что с удалением от экватора все контуры заметно растягиваются. В высоких широтах растяжение так значительно, что морская карта внушает человеку, незнакомому с ее особенностями, совершенно ложное представление об истинной величине материков: Гренландия кажется такой же величины, как

Африка, Аляска больше Австралии, хотя Гренландия в 15 раз меньше Африки, а Аляска вместе с Гренландией вдвое меньше Австралии. Но моряка, хорошо знакомого с этими особенностями карты, они не могут ввести в заблуждение. Он мирится с ними, тем более, что в пределах небольших участков морская карта дает точное подобие природы (рис. 5).

Зато морская карта весьма облегчает решение задач штурманской практики. Это – единственный род карт, на которых путь корабля, идущего постоянным курсом, изображается прямой линией. Идти «постоянным курсом» – значит держаться неизменно одного направления, одного определенного «румба», иначе говоря, идти так, чтобы пересекать все меридианы под равным углом. Но этот путь («локсодромия») может изобразиться прямой линией только на такой карте, на которой все меридианы – прямые линии, параллельные друг другу.<sup>2</sup> А так как на земном шаре круги широты пересекаются с меридианами под прямыми углами, то на такой карте и круги широты должны быть прямыми линиями, перпендикулярными к линиям меридианов. Короче говоря, мы приходим именно к той координатной сетке, которая составляет характерную особенность морской карты.

---

<sup>2</sup> В действительности локсодромия есть спиралевидная линия, винтообразно наматывающаяся на земной шар.



*Рис. 5. Морская или меркаторская карта земного шара. На подобных картах сильно преувеличены размеры контуров, удаленных от экватора. Что, например, больше: Гренландия или Австралия? (Ответ в тексте)*

Пристрастие моряков к картам Меркатора теперь понятно. Желая определить курс, которого надо держаться, идя к назначенному порту, штурман прикладывает линейку к конечным точкам пути и измеряет угол, составляемый ею с меридианами. Держась в открытом море все время этого направления, штурман безошибочно доведет судно до цели. Вы видите, что «локсодромия» – хотя и не самый короткий и не самый экономный, но зато в известном отношении весьма

удобный для моряка путь. Чтобы прийти, например, от мыса Доброй Надежды до южной оконечности Австралии (см. рис. 1), надо неизменно держаться одного курса  $S 87^{\circ},50'$ . Между тем, чтобы довести судно до того же конечного пункта кратчайшим путем (по «ортодромии»), приходится, как видно из рисунка, непрерывно менять курс судна: начать с курса  $S 42^{\circ},50'$ , а кончить курсом  $N 53^{\circ},50'$  (в этом случае кратчайший путь даже и неосуществим – он упирается в ледяную стену Антарктики).

Оба пути – по «локсодромии» и по «ортодромии» – совпадают только тогда, когда путь по большому кругу изображается на морской карте прямой линией: при движении по экватору или по меридиану. Во всех прочих случаях пути эти различны.

## Градус долготы и градус широты

### ЗАДАЧА

Читатели, без сомнения, имеют достаточное представление о географических долготе и широте. Но я уверен, не все дадут правильный ответ на следующий вопрос:

Всегда ли градусы широты длиннее градусов долготы?

### РЕШЕНИЕ

Большинство уверено, что каждый параллельный круг меньше круга меридиана. И так как градусы долготы отсчитываются по параллельным кругам, градусы же – широты –

по меридианам, то заключают, что первые нигде не могут превышать по длине вторых. При этом забывают, что Земля – не правильный шар, а эллипсоид, слегка раздутый на экваторе. На земном эллипсоиде не только экватор длиннее круга меридиана, но и ближайšie к экватору параллельные круги также длиннее кругов меридиана. Расчет показывает, что примерно до  $5^\circ$  широты градусы параллельных кругов (т. е. долготы) длиннее градусов меридиана (т. е. широты).

## Куда полетел Амундсен?

### ЗАДАЧА

В какую сторону горизонта направился Амундсен, возвращаясь с северного полюса, и в какую – возвращаясь с южного?

Дайте ответ, не заглядывая в дневники великого путешественника.

### РЕШЕНИЕ

Северный полюс – самая северная точка земного шара.

Куда бы мы оттуда ни направлялись, – мы всегда отправились бы на юг.

Возвращаясь с северного полюса, Амундсен мог направиться только на юг; иного направления оттуда не было. Вот выписка из дневника его полета к северному полюсу на дирижабле «Норвегия»:

«"Норвегия" описала круг около северного полюса. Затем

мы продолжали путь... Курс был взят на юг в первый раз с того времени, как дирижабль оставил Рим». Точно так же с южного полюса Амундсен мог идти только к *северу*.

У Козьмы Пруткова есть шуточный рассказ о турке, попавшем в «самую восточную» страну. «И впереди восток, и с боков восток. А запад? Вы думаете, может быть, что он все-таки виден, как точка какая-нибудь, едва движущаяся вдали?.. Неправда! И сзади восток. Короче: везде и всюду нескончаемый восток».

Такой страны, окруженной со всех сторон востоком, на земном шаре существовать не может. Но место, окруженное всюду югом, на Земле имеется, как и пункт, охваченный со всех сторон «нескончаемым» севером. На северном полюсе можно было бы соорудить дом, все четыре стены которого обращены на юг. И это в самом деле могли бы сделать наши славные советские полярники, побывавшие на северном полюсе.

## **Пять родов счета времени**

Мы так привыкли пользоваться карманными и стенными часами, что не отдаем себе даже отчета в значении их показаний. Среди читателей, – я убежден, – лишь немногие смогут объяснить, что, собственно, хотят они сказать, когда говорят:

– Теперь семь часов вечера.

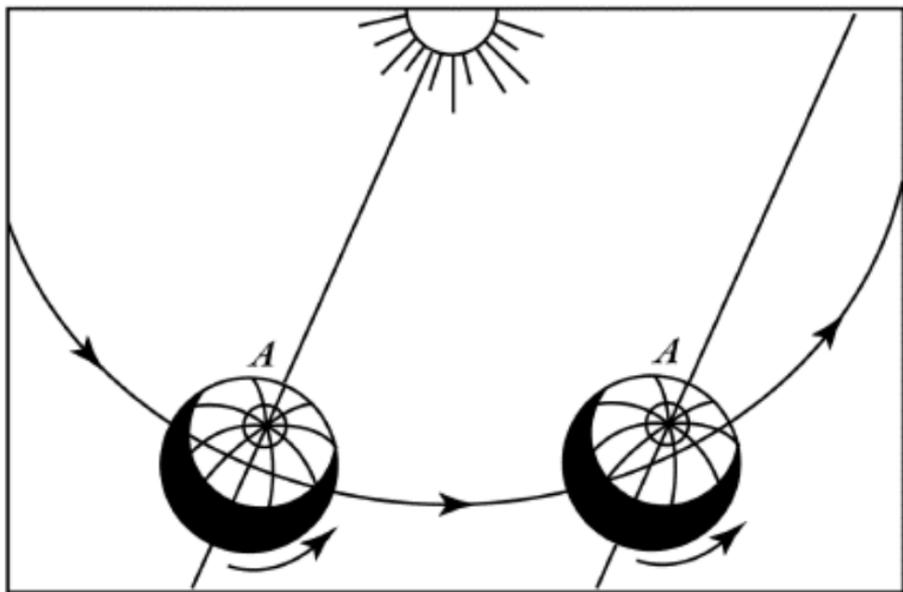
Неужели только то, что малая стрелка часов показывает цифру семь? Что же означает эта цифра? Она показывает, что после полудня протекло  $7/24$  суток. Но после *какого* полудня и прежде всего  $7/24$  *каких* суток?

Что такое сутки? Те сутки, о которых говорит известная поговорка «день и ночь – сутки прочь», представляют собой промежуток времени, в течение которого земной шар успевает один раз обернуться вокруг своей оси по отношению к Солнцу. На практике его измеряют так: наблюдают два последовательных прохождения Солнца (вернее его центра) через ту линию на небе, которая соединяет точку, находящуюся над головой наблюдателя («зенит»), с точкой юга на горизонте. Промежуток этот не всегда одинаков: Солнце приходит на указанную линию то немного раньше, то позже. Регулировать часы по этому «истинному полудню» невозможно, самый искусный мастер не в состоянии выверить часы так, чтобы они шли строго по Солнцу: для этого оно чересчур неаккуратно. «Солнце показывает время обманчиво», – писали парижские часовщики на своем гербе сто лет назад.

Часы наши регулируются не по реальному Солнцу, а по некоему воображаемому солнцу, которое не светит, не греет, а придумано только для правильного счета времени. Представьте себе, что в природе существует небесное светило, которое движется в течение всего года равномерно, обходя Землю ровно во столько же времени, во сколько обходит вокруг Земли – конечно, кажущимся образом – наше подлин-

но существующее Солнце. Это созданное воображением светило в астрономии именуется «средним солнцем». Момент прохождения его через линию зенит – юг называется «средним полуднем»; промежуток между двумя средними полуднями есть «средние солнечные сутки», а время, так исчисляемое, называется «средним солнечным временем». Карманные и стенные часы идут именно по этому среднему солнечному времени, между тем как солнечные часы, в которых стрелкой служит тень стерженька, показывают истинное солнечное время для данного места. У читателя после сказанного составилось, вероятно, такое представление, что неравенство истинных солнечных суток вызвано неравномерным вращением Земли вокруг своей оси. Земля действительно вращается неравномерно, но неравенство суток обусловлено неравномерностью другого движения Земли, а именно – ее движения по орбите вокруг Солнца. Мы сейчас поймем, как это может отразиться на длине суток. На рис. 6 вы видите два последовательных положения земного шара. Рассмотрим левое положение. Стрелки внизу показывают, в каком направлении Земля вращается вокруг оси: против часовой стрелки, если смотреть на северный полюс. В точке А теперь полдень: эта точка лежит как раз против Солнца. Представьте себе теперь, что Земля сделала один полный оборот вокруг оси; за это время она успела переместиться по орбите направо и заняла другое место. Радиус Земли, проведенный в точке А, имеет такое же направление, как и сутки назад, но

точка А оказывается уже лежащей не прямо против Солнца. Для человека, стоящего в точке А, полдень еще не наступил: Солнце левее прочерченной линии. Земле надо вращаться еще несколько минут, чтобы в точке А наступил новый полдень.



*Рис. 6. Почему солнечные сутки длиннее звездных? (Подробности в тексте)*

Что же отсюда следует? То, что промежуток между двумя истинными солнечными полуднями **длиннее** времени полного оборота Земли вокруг оси. Если бы Земля равномерно

двигалась вокруг Солнца по *кругу*, в центре которого находилось бы Солнце, то разница между действительной продолжительностью оборота вокруг оси и той кажущейся, которую мы устанавливаем по Солнцу, была бы изо дня в день одна и та же. Ее легко определить, если принять во внимание, что из этих небольших добавок должны в течение года составиться целые сутки (Земля, двигаясь по орбите, делает в год один лишний оборот вокруг оси); значит, действительная продолжительность каждого оборота равняется

$$365\frac{1}{4} \text{ суток} : 366\frac{1}{4} = 23 \text{ ч. } 56 \text{ м. } 4 \text{ с.}$$

Заметим, кстати, что «действительная» продолжительность суток есть не что иное, как период вращения Земли по отношению к любой звезде; оттого такие сутки и называют «звездными».

Итак, звездные сутки *в среднем* короче солнечных на 3 м. 56 с, круглым счетом – на 4 м. Разница не остается постоянной, потому что: 1) Земля обходит около Солнца не равномерным движением по круговой орбите, а по эллипсу, в одних частях которого (более близких к Солнцу) она движется быстрее, в других (более отдаленных) – медленнее, и 2) ось вращения Земли наклонена к плоскости ее орбиты. Обе эти

причины обуславливают то, что истинное и среднее солнечное время в разные дни расходятся между собой на различное число минут, достигающее в некоторые дни до 16. Только четыре раза в год оба времени совпадают:

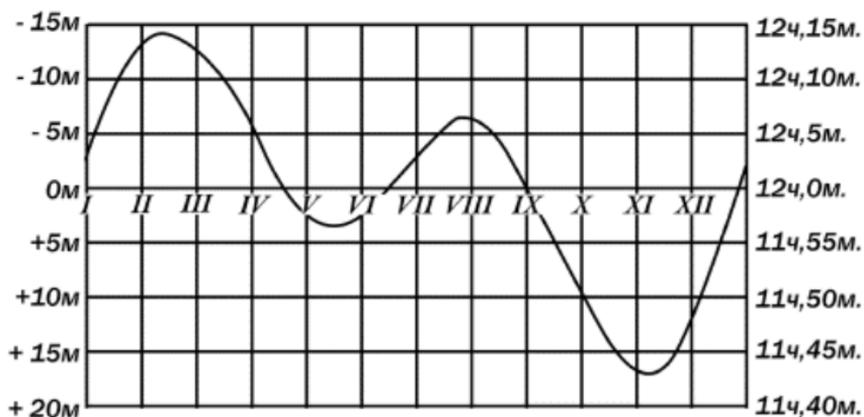
15 апреля,.....1 сентября,  
14 июня,.....24 декабря.

Напротив, в дни

12 февраля,  
3 ноября

разница между истинным и средним временем достигает наибольшей величины – около четверти часа. Кривая на рис. 7 показывает, как велико это расхождение в разные дни года.

До 1919 г. граждане СССР жили по местному солнечному времени. Для каждого меридиана земного шара средний полдень наступает в различное время («местный» полдень), поэтому каждый город жил по *своему* местному времени; только прибытие и отход поездов назначались по общему для всей страны времени: по петроградскому. Граждане различали «городское» и «вокзальное» время; первое – местное среднее солнечное время – показывали городские часы, а второе – петроградское среднее солнечное время – показывали часы железнодорожного вокзала. В настоящее время в России все железнодорожное движение ведется по московскому времени.



*Рис. 7. Этот график, именуемый «графиком уравнения времени», показывает, как велико в тот или иной день расхождение между истинным и средним полуднем (левая шкала). Например, 1 апреля в истинный полдень верные механические часы должны показать 12 ч. 5 м.; иными словами, кривая дает среднее время в истинный полдень (правая шкала)*

С 1919 г. у нас в основу счета времени дня положено не местное, а так называемое «поясное» время. Земной шар разделен меридианами на 24 одинаковых «пояса», и все пункты одного пояса исчисляют одинаковое время, именно то среднее солнечное время, которое отвечает времени среднего меридиана данного пояса. На всем земном шаре в каждый мо-

мент «существует» поэтому только 24 различных времени, а не множество времен, как было до введения поясного счета времени.

К этим трем родам счета времени – 1) истинному солнечному, 2) среднему местному солнечному и 3) поясному – надо прибавить четвертый, употребляемый только астрономами. Это – 4) «звездное» время, исчисляемое по упомянутым ранее звездным суткам, которые, как мы уже знаем, короче средних солнечных примерно на 4 минуты. 22 сентября оба счета времени совпадают, но с каждым следующим днем звездное время опережает среднее солнечное на 4 минуты.

Наконец, существует еще и пятый вид времени, – 5) так называемое *декретное* время, – то, по которому в течение летнего сезона живет все население России и большинство западных стран.

Декретное время идет ровно на один час впереди поясного. Цель этого мероприятия состоит в следующем: в светлое время года – с весны до осени – важно начинать и кончать трудовой день пораньше, чтобы снизить расход электроэнергии на искусственное освещение. Это достигается официальным переводом часовой стрелки вперед. Такой перевод в западных государствах делается каждую весну (в час ночи стрелка переставляется к цифре 2), а каждую осень часы вновь переводятся назад.

Декретное время впервые было введено у нас в 1917 г.;<sup>3</sup> в

---

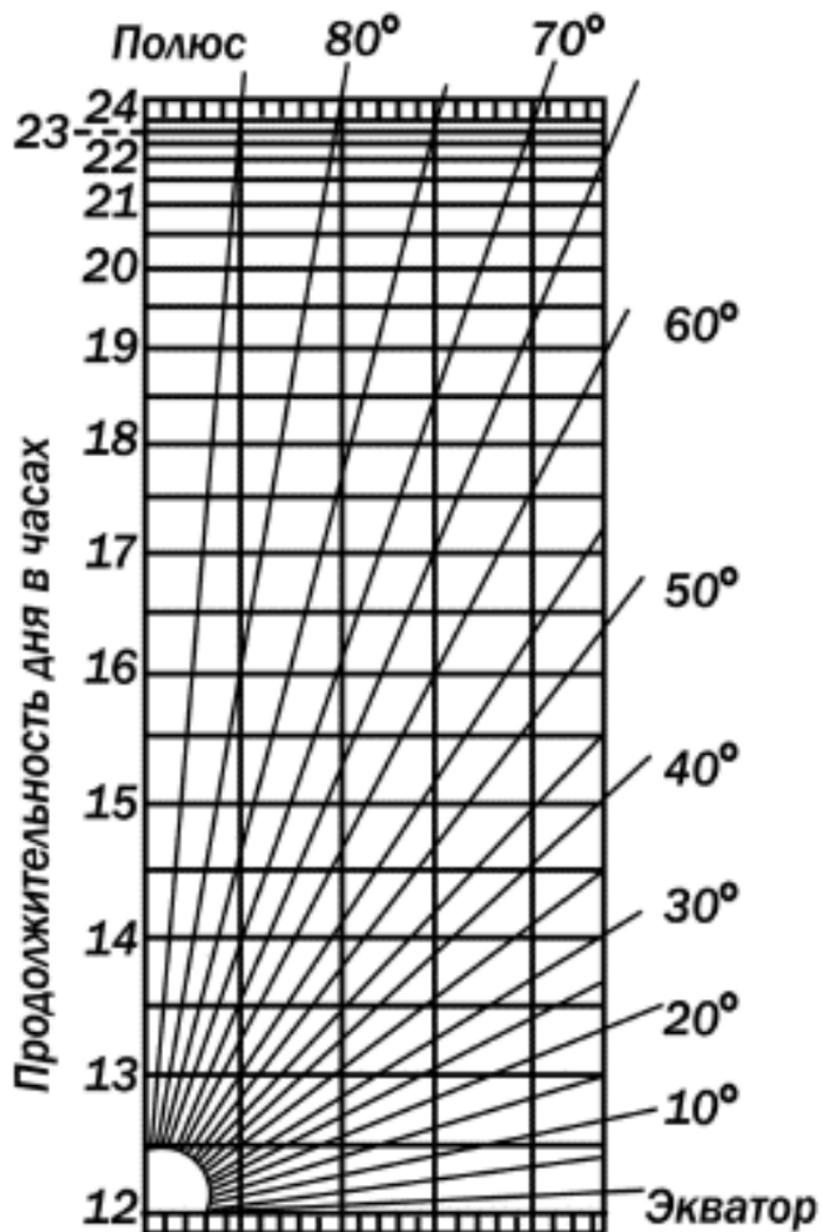
<sup>3</sup> По почину Я.И. Перельмана, предложившего этот законопроект. (Прим. ред.)

течение некоторого периода стрелка часов была переведена на два и даже на три часа вперед; после нескольких лет перерыва оно вновь введено в СССР с весны 1930 г. и отличается от поясного на один час.

## Продолжительность дня

Точная продолжительность дня для каждого места и любой даты года может быть вычислена по таблицам астрономического ежегодника. Нашему читателю едва ли, однако, понадобится для обиходных целей подобная точность; если он готов удовольствоваться сравнительно грубым приближением, то хорошую службу сослужит ему прилагаемый чертеж (рис. 8). Вдоль левого его края показана в часах *продолжительность* дня. Вдоль нижнего края нанесено угловое расстояние Солнца от небесного экватора. Это расстояние, измеряемое в градусах, называется «склонением» Солнца. Наконец, косые линии отвечают различным широтам мест наблюдения.

Чтобы пользоваться чертежом, надо знать, как велико угловое расстояние («склонение») Солнца от экватора в ту или иную сторону для различных дней года. Соответствующие данные указаны в табличке на стр. 28.



*Рис. 8. Чертеж для графического определения продолжительности дня (Подробности в тексте)*

Дни года	Склонение Солнца	Дни года	Склонение Солнца
21 января	-20°	24 июля	+20°
8 февраля	-15	12 августа	+15
23 февраля	-10	28 августа	+10
8 марта	-5	10 сентября	+5
21 марта	0	23 сентября	0
4 апреля	+5	6 октября	-5
16 апреля	+10	20 октября	-10
1 мая	+15	3 ноября	-15
21 мая	+20	22 ноября	-20
22 июня	+23½	22 декабря	-23½

Покажем на примерах, как пользоваться этим чертежом.

1. Найти продолжительность дня в середине апреля на широте 60°.

Находим в табличке склонение Солнца в середине апреля, т. е. угловое расстояние его в эти дни от небесного экватора: +10°. На нижнем краю чертежа отыскиваем число 10° и ведем от него прямую линию под прямым углом к нижнему

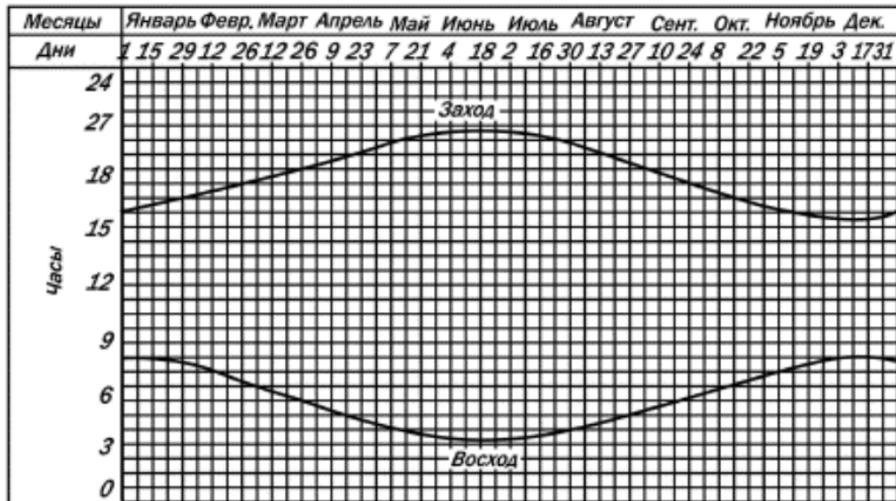
краю до пересечения с косой линией, отвечающей 60-й параллели. На *левом* краю точка пересечения отвечает числу  $14^{1/2}$ , т. е. искомая продолжительность дня равна примерно 14 ч. 30 м.

При составлении этого чертежа учтено влияние так называемой «атмосферной рефракции» (см. стр. 49, рис. 15).

2. Найти продолжительность дня 10 ноября на широте  $46^\circ$  с.ш.

Склонение Солнца 10 ноября равно  $-17^\circ$ . (Солнце в *южном* полушарии неба.) Поступая по-прежнему, находим  $14^{1/2}$  часов. Но так как на этот раз склонение отрицательно, то полученное число означает продолжительность не дня, а ночи. Искомая же продолжительность дня равна  $24 - 14^{1/2} = 9^{1/2}$  часов.

Мы можем вычислить также и момент восхода Солнца. Разделив  $9^{1/2}$  пополам, получим 4 ч. 45 м. Зная из рис. 7, что 10 ноября часы в истинный полдень показывают 11 ч. 43 м., узнаем момент восхода Солнца.  $11$  ч. 43 м.  $-$  4 ч. 45 м. = 6 ч. 58 м. Заход Солнца в этот день произойдет в  $11$  ч. 43 м.  $+$  4 ч. 45 м. = 16 ч. 28 м., т. е. в 4 ч. 28 м. вечера. Таким образом, оба чертежа (рис. 7 и 8) при надлежащем использовании могут заменить соответствующие таблицы астрономического ежегодника.



*Рис. 9. График восхода и захода Солнца в течение года для 50-й параллели*

Вы можете, пользуясь изложенным сейчас приемом, составить для широты места вашего постоянного жительства на весь год график восхода и захода Солнца, а также продолжительности дня. Образчик такого графика для 50-й параллели вы видите на рис. 9 (он составлен по местному, а не по декретному времени). Рассмотрев его внимательно, вы поймете, как надо чертить подобные графики. А начертив его один раз для той широты, где вы живете, вы сможете, бросив взгляд на свой чертеж, сразу сказать, в котором примерно часу взойдет или зайдет Солнце в тот или иной день года.

## Необычайные тени

Воспроизведенный здесь рис. 10 может показаться загадочным: человек при полном свете Солнца почти не отбрасывает тени. Однако этот рисунок сделан с натуры, но не в наших широтах, а близ экватора, в тот момент, когда Солнце стояло почти отвесно над головой наблюдателя (как говорят, в «зените»).

В наших широтах Солнце никогда не бывает в зените; видеть такую картину у нас невозможно. Когда полуденное Солнце достигает у нас наибольшей высоты (22 июня), то оно проходит через зенит всех мест, расположенных на северной границе жаркого пояса (на тропике Рака – на параллели  $23^{\frac{1}{2}^{\circ}}$  северной широты). Спустя полгода, 22 декабря, Солнце проходит через зенит всех мест, расположенных на  $23^{\frac{1}{2}^{\circ}}$  южной широты (на тропике Козерога). Между этими границами, т. е. в жарком поясе, расположены места, где полуденное Солнце дважды в год оказывается в зените и освещает местность сверху так, что все предметы лишены теней, лучше сказать – их тени располагаются как раз под ними.



*Рис. 10. Человек почти без тени. Рисунок воспроизводит*

*фотографию, снятую вблизи экватора*



*Рис. 11. Тени на полюсе не изменяют своей длины в течение суток*

Рис. 11, относящийся к полюсу, напротив, фантастический, но все же поучительный.

Человек не может отбрасывать сразу шесть теней; этим

приемом художник хотел наглядно показать своеобразную особенность полярного Солнца: тени от него в течение целых суток получаются *одинаковой длины*. Причина та, что Солнце на полюсе в течение суток движется не под углом к горизонту, как у нас, а почти параллельно ему. Ошибка художника, однако, в том, что он изобразил тени чересчур короткими по сравнению с ростом человека. Если бы тени были такой длины, это указывало бы на высоту Солнца около  $40^\circ$ , невозможную на полюсе: Солнце никогда не поднимается там выше  $23\frac{1}{2}^\circ$ . Легко вычислить, – читатель, знакомый с тригонометрией, может меня проверить, – что самая короткая тень на полюсе должна быть не меньше 2,3 высоты отбрасывающего ее предмета.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.