

# характеристики телескопа

- **F** – фокусное расстояние объектива
  - **D** – диаметр объектива
  - **A** – светосила  
(относительное отверстие).
- 
- *Если светосилы двух объективов одинаковы, то одинаковы и освещенности изображений небесных тел.*

$$A = \frac{D}{F};$$

- **S** – разрешающая сила телескопа характеризуется предельным угловым расстоянием между двумя звездами, которые видны в этот телескоп, не вполне сливаясь одна с другой.

[D] — см.

$$S = \frac{116''}{D}$$

Формула для длиннофокусных объективов  $A < 1:12$

**Разрешающая способность оптической системы** – это способность изображать раздельно два близко расположенных точечных предмета



- **S** – разрешение (или разрешающая сила) телескопа – наименьшим угловое расстоянием между двумя точечными объектами, при котором они видны рядом, не сливаясь друг с другом.
- **$W_{\theta}$**  – разрешающее увеличение

$$S = \frac{140''}{D}$$

$$W_{\theta} = \frac{D}{2}$$

- **W** — увеличение телескопа
- **f** — фокусное расстояние окуляра,
- **ρ** — угловые размеры светила при наблюдении *невооруженным глазом*
- **β** — угловые размеры того же светила при наблюдении в телескоп.
- **X**-кратность увеличения *представляемым около числа в виде показателя степени (например, 50**x**, 120**x** и т.д.)*.

$$W = \frac{F}{f} = \frac{\beta}{\rho},$$

- $W_m$  – наибольшее увеличение, допускаемое телескопом при хороших атмосферных условиях,
- $W_z$  – наименьшее или равнозрачковое увеличение
- где  $[D]$  — мм.

$$W_m = 2D,$$

$$W_z = \frac{D}{6},$$

- **$\alpha$**  — **показатель качества объектива** ( размер изображения светящейся точки: чем он меньше, тем лучше).
- размер изображения = величине угла, под которым изображение видно из центра объектива.
- [ **$\alpha$** ] = секундам дуги
- **$\lambda$**  — длина волны света, [ **$\lambda$** ] = см,
- **$D$**  — диаметр объектива, [ **$D$** ] = см.

$$\alpha = \frac{1,22 \lambda}{D},$$

**$m_T$  -проницающая  
способность** (сила)  
телескопа = предельной  
звёздной величине звёзд,  
доступных наблюдениям  
в телескоп в тёмную,  
безоблачную ночь.

$$m_T = 2,10 + 5 \lg D,$$

- **N** – Диаметр поля зрения телескопа, выраженный в минутах дуги,
- более точно определяется по прохождению звезды по диаметру поля зрения неподвижного телескопа:)
- **τ** — продолжительность прохождения звезды в секундах
- **δ** — склонение звезды.

$$N = \frac{2000'}{W}$$

$$N = \frac{\tau}{4} \cos \delta,$$



- **d** – линейные размеры изображения светила (или расстояние между светилами) в фокальной плоскости телескопа (обычно говорят: в фокусе телескопа), в том числе и на полученных в ней фотоснимках
- **d** при малых угловых размерах

$$d = F \tan \rho,$$

$$d = F \frac{\rho'}{3438'} = F \frac{\rho''}{206265''},$$

- $\xi'$  — угловой масштаб снимка
- $[']$  — минута
- $\xi$  — линейный масштаб
- $R$  — линейные размеры светила.

$$\xi' = \frac{\rho'}{d} [']/\text{мм},$$

$$\xi = \frac{R}{d},$$

- **Задача 6**

- Условие: Угловой диаметр Венеры вблизи её наибольшей элонгации равен  $25''$ .
- Какой нужно применить окуляр, чтобы при наблюдениях в телескоп с фокусным расстоянием объектива  $10,8$  м Венера была видна размерами с Луну, угловой диаметр которой равен  $32'$ ,
- Какой будет диаметр изображения планеты на негативе, полученном в фокусе телескопа?
- Найти также масштабы негатива, зная, что диаметр Венеры равен  $12100$  км.
- Дано:  $F = 10,8$  м =  $1080$  см; Венера,  $\rho = 25''$ ,  $R = 12100$  км;  $\beta = 32' = 1920''$ .

увеличение  $W = \frac{\beta}{\rho} = \frac{1920}{25} = 77^x$ ;

окуляр с фокусным расстоянием

$$f = \frac{F}{W} = \frac{1080}{77}; f = 14,0 \text{ см} = 140 \text{ мм};$$

диаметр изображения планеты на фотонегативе

$$d = F \frac{\rho''}{206265''} = 1080 \cdot \frac{25''}{206265''} = 0,13 \text{ см} = 1,3 \text{ мм};$$

угловой масштаб негатива  $\xi'' = \frac{\rho''}{d} = \frac{25''}{1,3} = 19'',2 \text{ мм}^{-1}$ .

линейный масштаб  $\xi = \frac{R}{d} = \frac{12100}{1,3} = 9300 \text{ км/мм}$ .

№2.

Определить относительное отверстие, разрешение, проникающую способность, наибольшее, наименьшее и разрешающее увеличение двух телескопов, одного с объективом диаметром 37,5 см и фокусным расстоянием 6 м, а другого с объективом диаметром 1 м и фокусным расстоянием 8 м.

## №3

Чему равны светосила, разрешение, проникающая способность, наибольшее, наименьшее и разрешающее увеличение школьного менискового телескопа Максудова и школьного телескопа-рефрактора, если первый имеет диаметр 70 мм и фокусное расстояние 70,4 см, а второй — диаметр 80 мм и фокусное расстояние 80 см?

№4

Какое минимальное угловое расстояние между компонентами двойной звезды может быть разрешено в телескопы с объективами диаметром 20 см и 1 м?

## №5

Можно ли в телескопы школьного типа видеть диски планет Марса, Урана и Нептуна, если угловые диаметры этих планет в среднем противостоянии соответственно равны  $18''$ ,  $4'',0$  и  $2'',5$ ? Диаметр объектива школьного менискового телескопа равен 70 мм, а школьного телескопа-рефрактора — 80 мм.



- Задача 6.
- Какова была разрешающая и проникающая сила телескопа с объективом в 75см, находившегося в Пулковской обсерватории до ее разрушения фашистами?

- Задача 7. Если окуляр при фокусном расстоянии объектива в 160 см дает увеличение в 200 раз, то какое увеличение он даст при фокусном расстоянии объектива в 12 м?

| Дано:                                                   | Решение:                   |                                                                                         |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| $K_1=200$<br>$F_1=160 \text{ см}$<br>$F_2=12 \text{ м}$ | $K = F / f$<br>$f = F / K$ | $f = 160\text{см} / 200 = 0,8\text{см};$<br>$K_2 = 1200\text{см} / 0,8\text{см} = 1500$ |

На сколько угловых минут поворачивается земной шар за **1 минуту времени?**

**Решение:**

За одни звездные сутки (23h56m04s и 1 436m)  
земной шар поворачивается на  $360^\circ = 21\,600'$ .

Следовательно, за 1 минуту он поворачивается на  $21\,600/1\,436 = 15,041'$ .

Это точный ответ, но для быстрых оценок достаточно считать период оборота Земли равным 24h; тогда за 1 час она поворачивается на  $15^\circ$ , за 1 минуту — на  $15'$  и за 1 секунду — на  $15''$ .

•

# Солнечное время

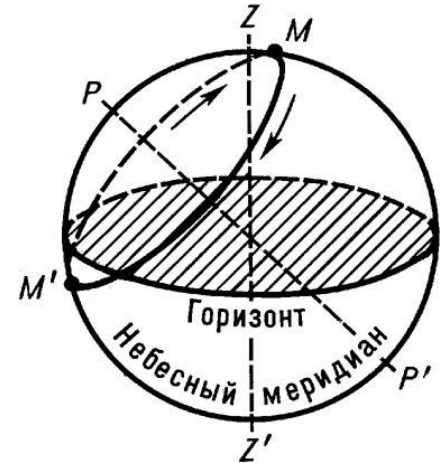
Почему сейчас в обыденной жизни не пользуются истинным солнечным временем?

## Решение:

Истинное солнечное время задается видимым движением Солнца по небу.

**Истинные солнечные сутки — это интервал между двумя последовательными прохождениями Солнца через небесный меридиан в нижней кульминации.**

Если бы это движение отражало только вращение Земли вокруг своей оси, то оно происходило бы очень равномерно.



## Солнечное время

Почему сейчас в обыденной жизни не пользуются истинным солнечным временем?

**Решение:** Истинное солнечное связано также с неравномерным движением Земли вокруг Солнца и с наклоном земной оси; поэтому **истинные солнечные сутки переменны.**

По этой причине **простые солнечные часы спешат или отстают порою на четверть часа.**

Для измерения времени в быту и в науке используется математически вычисленное положение среднего солнца и, соответственно, средние солнечные сутки, они имеют практически постоянную длину.

№3

Звездные сутки в противоположность истинным солнечным суткам имеют постоянную длительность. Почему же ими не пользуются в повседневной жизни?

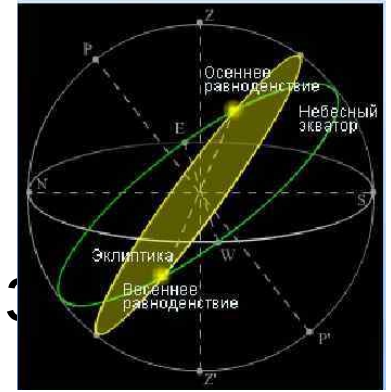
**Решение:** Потому что:

1) удобнее измерять время, используя движение по небу наиболее заметного светила — Солнца, а не **точки весеннего равноденствия, ничем на небе не отмеченной;**

2) при пользовании звездным временем :  
получилось бы **366 звездных суток**

при **365 вполне заметных днях;**

3) звездные сутки **начинаются в разные часы дней и ночей;**



**Решение:** Потому что:

4) при пользовании какими бы то ни было солнечными сутками мы в какой-то степени можем ориентироваться во времени по положению Солнца на небе, а при пользовании звездными сутками такая **ориентация была бы довольно затруднительна** и совсем невозможна для лиц, плохо знакомых с астрономией;

5) активная часть наших суток приходится на дневное время, когда **звезды не видны** вовсе;

6) легкая **облачность** скрывает звезды, но не мешает ориентироваться во времени по Солнцу.



## №4

### Длина суток

Как изменилась бы длина солнечных суток относительно звездных, если бы

Земля обращалась относительно Солнца с той же скоростью, но **в противоположном** направлении?

## Длина суток

**Решение:** Поскольку в году солнечных суток стало бы на одни больше, чем звездных, продолжительность каждых солнечных суток стала бы на  **$24\text{h}/366$**  ~ 4 секунды короче звездных.

## Где равноденствие?

Определите, где сегодня день равен ночи?

**Решение:** Сегодня и всегда — на экваторе.

Но если сегодня день весеннего или осеннего равноденствия, то день равен ночи и во всех прочих местах Земли (кроме полюсов).

## Когда равноденствие?

Почему день весеннего равноденствия не всегда попадает на 21 марта?

**Решение:** Потому что интервал времени между весенними равноденствиями, — тропический год, содержит нецелое число суток.

№7

**День равен ночи. Чему равна их общая продолжительность?**

**Решение:** Очевидно, дело происходит либо весной, либо осенью, в дни, близкие к равноденствиям (а почему не в моменты равноденствий?).

**Решение:** Общей продолжительностью дня и ночи, т.е. продолжительностью суток будем считать **время от восхода до следующего восхода Солнца**.

Но **весной день прибавляется**, и каждый следующий восход наступает раньше предыдущего.

Следовательно, весенний вариант ответа на эту задачу звучит так: общая продолжительность дня и ночи составит **менее 24 часов**.

Очевидно, осенний вариант будет такой: ...более 24 часов.

№8

Принято считать, что в обычном, не високосном году 21 марта и 23 сентября — дни равноденствий, когда день и ночь на всем земном шаре делятся по 12 часов.

на широте Москвы продолжительность дня составляла

18 марта 12 часов 03 минут;  
19 марта — 12 часов 07 минут;  
20 марта — 12 часов 12 минут;  
21 марта — 12 часов 16 минут.

23 сентября — 12 часов 09 минут;  
24 сентября — 12 часов 05 минут,  
25 сентября день продолжался  
ровно 12 часов.

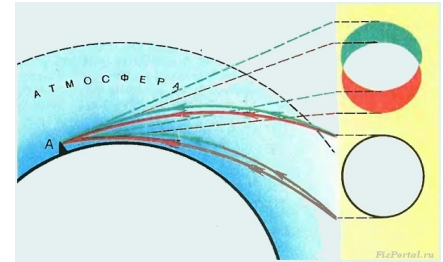
Чем объясняется такое расхождение календаря с общепринятым мнением?

## Решение:

Продолжительностью дня принято называть **промежуток времени от видимого восхода верхнего края Солнца до его видимого захода.**

Учитывая **атмосферную рефракцию у горизонта (35')**  
и **угловой радиус солнечного диска (16')**,

мы видим, что в тот момент, **когда верхний край Солнца на горизонте, его центр на 51' ниже горизонта.**



Для наблюдателя на экваторе, где Солнце у горизонта движется вертикально, это дает выигрыш дневного времени, равный  $24\text{h} \times 51' / 360^\circ = 3,4\text{m}$  утром и столько же вечером.

На широте Москвы, где Солнце в равноденствие восходит и заходит под углом около  $34^\circ$  к горизонту, этот эффект почти удваивается и составляет  $6,1\text{m}$  утром и столько же вечером; всего около  $12,2'$ .

Это почти точно соответствует избыточной продолжительности дня 21 марта и 23 сентября.



## Решение:

Оставшиеся небольшие отличия связаны с тем, что каждый год момент пересечения Солнцем небесного экватора не в точности совпадает с общеизвестными датами равноденствий.

Например, в 2001 г. весеннее равноденствие было 20 марта в 13h 31m, а осеннее — 22 сентября в 23h 04m всемирного времени.

**№9**

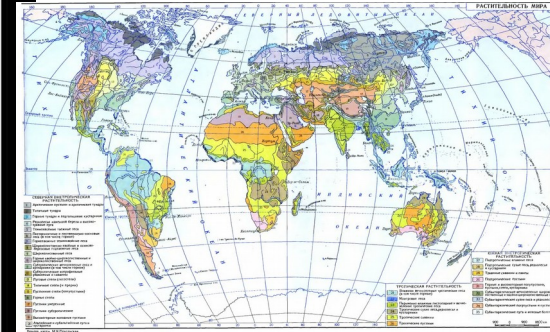
## **Полярная ночь**

Экспедиция У. Э. Парри в 1819 г. зимовала возле острова Мелвилл, в заливе Уинтер Харбор; зимняя ночь началась 6 ноября и закончилась 7 февраля.

Определите по этим датам широту места зимовки.

## *Длина полярного дня и полярной ночи на разных широтах*

| Широта | Число суток со<br>сменой дня и<br>ночи (весна) | Число суток<br>сплошного дня<br>(лето) | Число суток со<br>сменой дня и<br>ночи (осень) | Число суток<br>сплошной ночи<br>(зима) |
|--------|------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 66°33' | 180                                            | 1                                      | 183                                            | 1                                      |
| 70°    | 119                                            | 64                                     | 121                                            | 61                                     |
| 75°    | 82                                             | 102                                    | 83                                             | 98                                     |
| 80°    | 52                                             | 133                                    | 53                                             | 127                                    |
| 85°    | 25                                             | 160                                    | 26                                             | 154                                    |
| 90°    | 0                                              | 186                                    | 0                                              | 179                                    |



# Полярная ночь

## Решение:

В нашем случае ночь продолжалась 93 сут., что по таблицам дает широту зимовки  $75^\circ$ .

Действительно, взяв карту северной части Канады, мы легко найдем на этой широте, среди островов Королевы Елизаветы, архипелаг Парри, крупнейшим островом которого является Мелвилл. Легко догадаться, что как раз экспедиция Уильяма Парри открыла эти земли.



## №10

### Вдоль меридиана

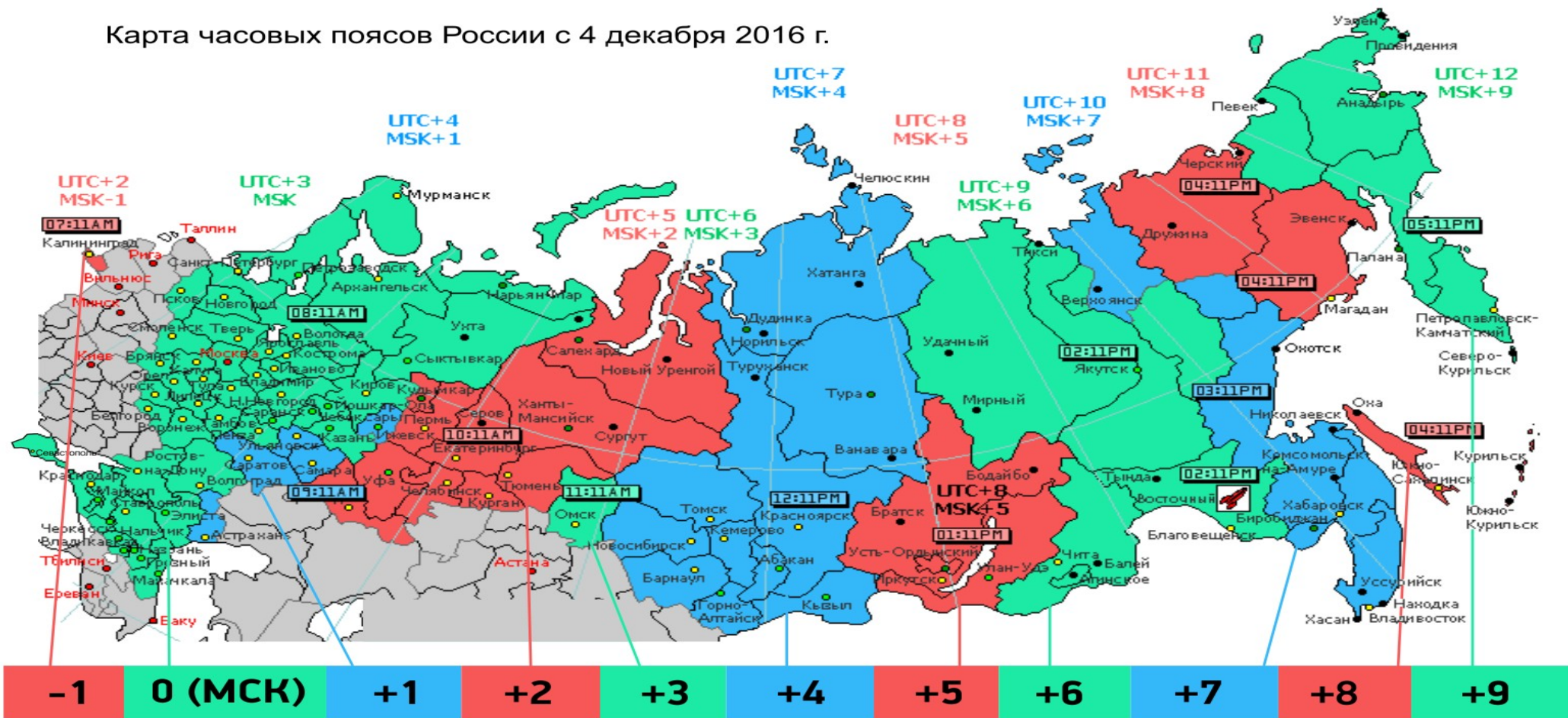
Обычно считается, что на всем протяжении какого-либо меридиана, от полюса и до полюса, один и тот же час суток и что при движении по меридиану нет необходимости в перестановке стрелки часов. Так ли это на самом деле?







Карта часовых поясов России с 4 декабря 2016 г.



1 час соответствует  $15^{\circ}$  долготы  
Смещение от Гринвича 2+1+1

## Вдоль меридиана

**Решение:** Нет. Довольно часто один и тот же меридиан проходит по разным часовым поясам, границы которых обычно согласуются с административным, а не с географическим делением земного шара .

*Однако местное звездное и местное среднее солнечное время на всем протяжении любого меридиана одинаковы.*





## Вокруг света

Филеас Фогг — герой романа Жюль Верна «Вокруг света в 80 дней» выгадал один день во время кругосветного путешествия.

В каком направлении он объехал земной шар?

**Решение:** С запада на восток.

Сколько времени удерживается на Земле  
любая дата, например, 1 января?

**Решение:** Любая календарная дата  
удерживается на земном шаре в течение двух  
суток.

Почему римляне присоединили добавочный день в високосном году к февралю, а не к какому-нибудь другому месяцу?

**Решение:** Потому что в римском календаре февраль сначала был **последним месяцем** года.



## №14 День Победы

Почему День победы в Великой Отечественной войне в Западной Европе празднуют 8 мая, а в России — 9 мая?

**Решение:** Капитуляция была подписана около полуночи, когда в Европе было еще 8 мая, а в России уже 9 мая.

## Перемена дат

Сравните два указания, касающиеся **изменения даты при переезде через демаркационную линию**:

1) «Корабль, направляющийся **к востоку**, с **полуночи**, следующей за переходом через линию изменения даты, повторяет свою дату, например, после 5 числа считает опять 5.

Корабль, направляющийся **к западу**, в полночь, следующую за переходом через линию изменения даты, попускает очередное число, например, после 4 считает не 5, а 6 число».

## №15 Перемена дат

Сравните два указания, касающиеся изменения даты при переезде через демаркационную линию:

2) «На корабле или самолете, пересекающем линию изменения дат, двигаясь **с запада на восток, в счете календарных дат возвращаются на один день назад**;

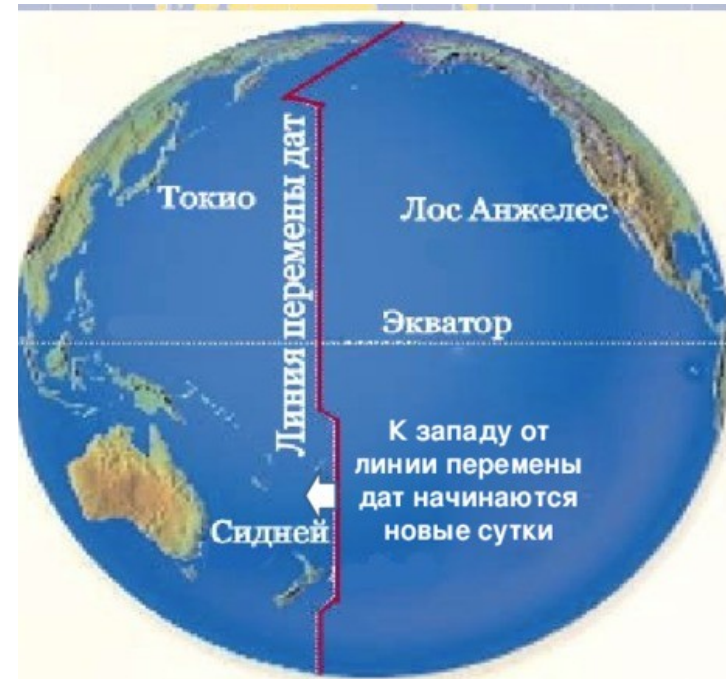
например, подойдя к линии изменения дат в 10 часов 2 мая, после ее пересечения считают 10 часов 1 мая.

При движении **с востока на запад к календарной дате прибавляют один день**, так что, подойдя к линии изменения дат с востока в 10 часов 2 мая, считают 10 часов 3 мая».

**Почему во всех этих указаниях говорится о моряках и летчиках?**

**Какое из указаний вы посоветуете иметь в виду морякам, а какое — летчикам?**

**Решение:** О моряках и летчиках говорится потому, что **демаркационная линия нигде не проходит по суше.**



**Какое из указаний вы посоветуете иметь в виду морякам, а какое — летчикам?**

В первом указании речь идет об изменении даты, но ничего не говорится о времени суток. К тому же, сам момент перемены даты откладывается до ближайшей полуночи (очевидно, по местному солнечному времени). Это указание идеально подходит для медленно идущего корабля, проводящего в пути несколько суток и в каждом часовом поясе живущего по местному времени.



**Решение:** Второе указание более подходит для авиаторов, поскольку предлагается менять дату в момент пересечения условной линии.

В большинстве случаев это избавляет от путаницы дат в месте прибытия; например, при перелете из Азии или Австралии в Америку через Тихий океан вы попадаете во вчерашнюю календарную дату.

Однако, если в процессе перелета вы пересекли часовой пояс, в котором наступила полночь, то при посадке вы попадете не во вчерашнюю, а в текущую дату, но из вечерней в ее утреннюю часть.

Поэтому, для избежания путаницы, даже при перелете есть смысл переводить часы, пересекая границы часовых поясов.

И вот в этом вопросе второе указание неверно: пересекая линию перемены дат, вы должны не только изменить число в своем календаре, но и перевести часы —на час вперед при движении на восток, на час назад при движении на запад.

В **45 году до н.э.** Юлий Цезарь ввёл календарь, позже названный **Юлианским**, которым почти до конца XVI века пользовалась практически вся Европа.

В **1582** году 3.Европа начинает переходить на новый календарь — **Григорианский**, введенный папой Григорием XIII 4 октября 1582 года взамен старого юлианского.

В России григорианский календарь введен **14 февраля 1918** году декретом Совнаркома.

## Распределение високосных годов:

год, номер которого кратен 400 — високосный;  
год, номер которого кратен 100 — не високосный;

остальные года —  
год, номер которого кратен 4 — високосный.

Таким образом, 1600 и 2000 годы были високосными, а 1700, 1800 и 1900 годы високосными не были.

от 5. X. 1582 до 28. II. 1700 — поправка 10 дней  
от 1. III. 1700 до 28. II. 1800 — поправка 11 дней  
от 1. III. 1800 до 28. II. 1900 — поправка 12 дней  
от 1. III. 1900 до 28. II. 2100 — поправка 13 дней.

## День рождения Петербурга

Днем основания Петербурга считается 16 мая 1703 г. (старого стиля). Когда у нас отмечалось 250-летие и 300-летие?

**Решение:** 250-летие отмечалось 27 мая 1953 г., а 300-летие 27 мая 2003 г.

## Открытие Америки

Датой открытия Америки считается 12 октября 1492 г. Какая это дата по новому стилю?

**Решение:** Нового стиля тогда еще не было.

## Селекционер

«Иван Владимирович Мичурин родился 28 (15) октября 1855 года».

Разберитесь в этих датах и сообразите, верны ли они?

**Решение:** Очевидно, дата в скобках указана по старому стилю.

Тогда первая дата неверна. Надо было бы написать: 27 (15) октября 1855 г.

Сколько лет прошло от начала сотого года до нашей эры до начала сотого года нашей эры?

**Решение:** 199 лет.



№20

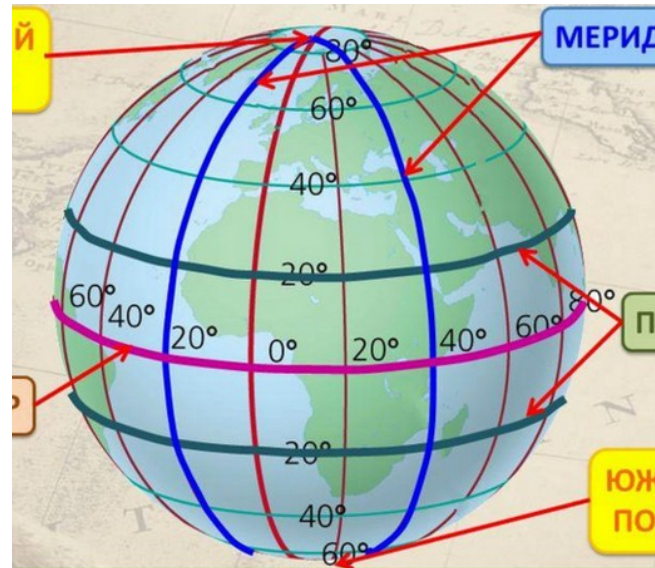
М.В. Ломоносов родился 8 ноября 1711 года по старому стилю. Определите день недели, в который родился М.В. Ломоносов.

- Поправка в 1711 году -11 дней 19 (8 ноября)
- В 2018 году 19 ноября – понедельник
- Число дней с 1711 до 2018=
- $365 \times (2018 - 1711) + (24 - 2) \text{вис (18в)} + 24 \text{вис (19в)} + 24 \text{вис (20в)} + 5 \text{вис (21в)} = 112055 + 22 + 24 + 24 + 3 = 1121308$
- Число полных недель  $112128 : 7 = 16018, \dots$
- $16018 \times 7 = 112126$
- $112130 - 112126 = 4$ , то есть со дня рождения прошло 16018 недель и 4 дня.
- Следовательно, Ломоносов родился в четверг.

**№21**

**Куда придешь, если все время двигаться строго:**

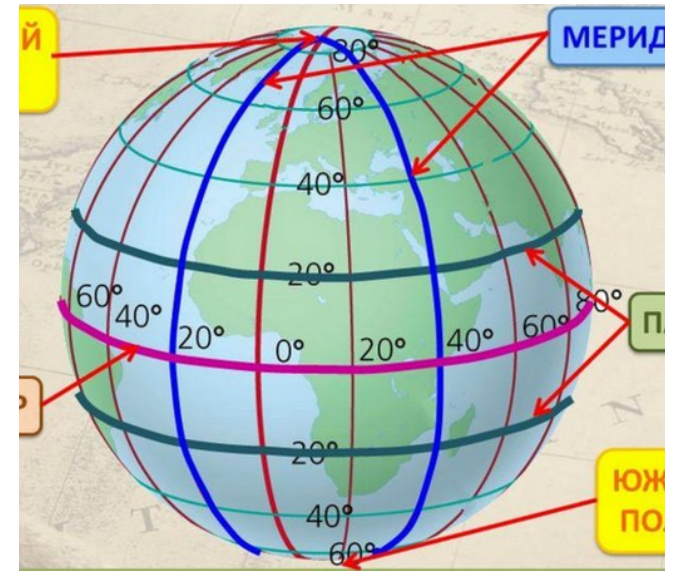
- а) на север;
- б) на юг;
- в) на запад;
- г) на восток;
- д) на северо-восток?



№22

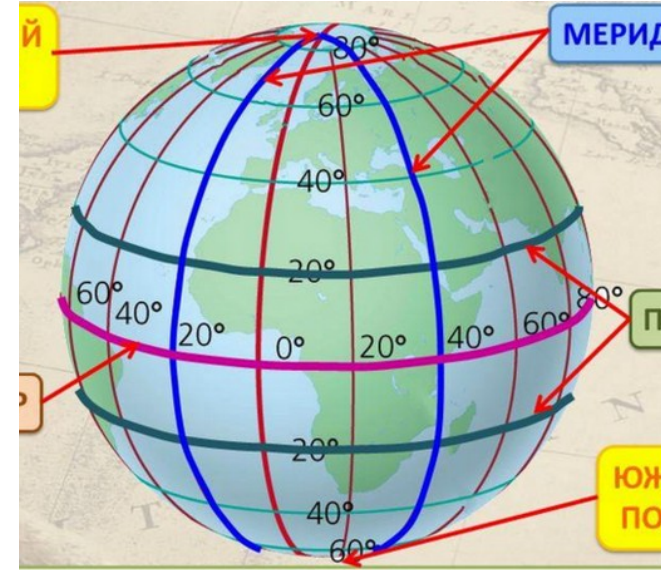
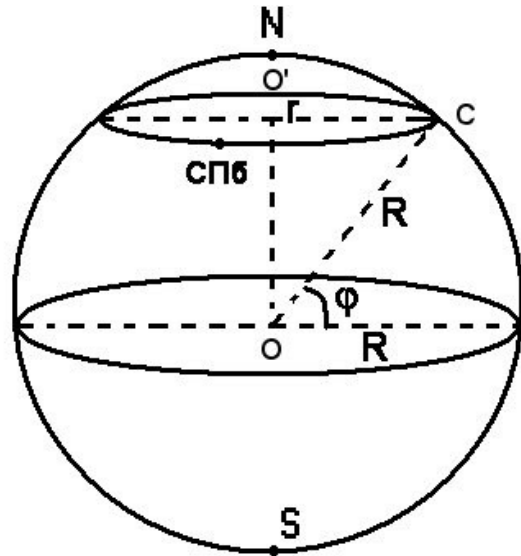
Два путешественника  
решили обогнуть Землю:  
первый — двигаясь с запада  
на восток, а второй — от  
полюса к полюсу.

Который из них вернется в  
исходную точку раньше,  
если скорости у них  
одинаковые?



№23

Что длиннее —  
градус широты  
или градус долготы?



**Решение:** Если считать Землю идеальным шаром , то каждый градус широты покрывает вдоль меридиана одинаковое расстояние — около 111 км, поскольку все меридианы — одинаковые большие круги на сфере.

Но **длина одного градуса долготы, измеряемая вдоль параллелей, зависит от широты данной параллели:**

если двигаться вдоль экватора (это тоже большой круг), то  $1^\circ$  долготы также занимает около 111 км;

но на любой другой широте параллель короче экватора , следовательно, и  $1^\circ$  на ней покрывает меньшее расстояние. Например, на **широте Москвы градус долготы имеет длину 62 км.**

**№24**

## **Городское время**

Поперечник некоторого города равен 30 км. На сколько истинный полдень на его восточной окраине наступает раньше, чем на западной окраине, если его широта  $55^{\circ}45'$ ?

## Городское время

**Решение:** Разделив длину экватора (40 тыс. км) на  $360^\circ$ , найдем длину градуса долготы на экваторе: 111 км.

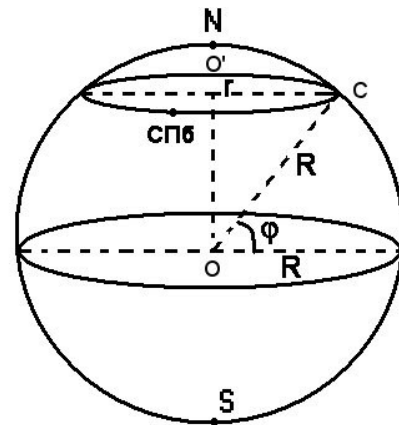
На широте города она составит:

$$111 \text{ км} \times \cos 55^\circ 45' = 62,5 \text{ км}.$$

Следовательно, протяженность города

по долготе составляет  $30/62,5 = 0,48^\circ = 29'$ .

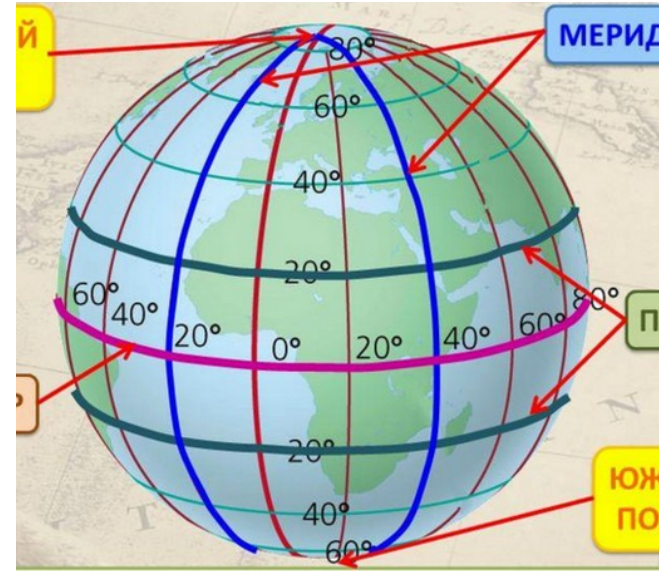
На такой угол Земля поворачивается за 1 минуту 56 секунд.





## №25 Короткий путь

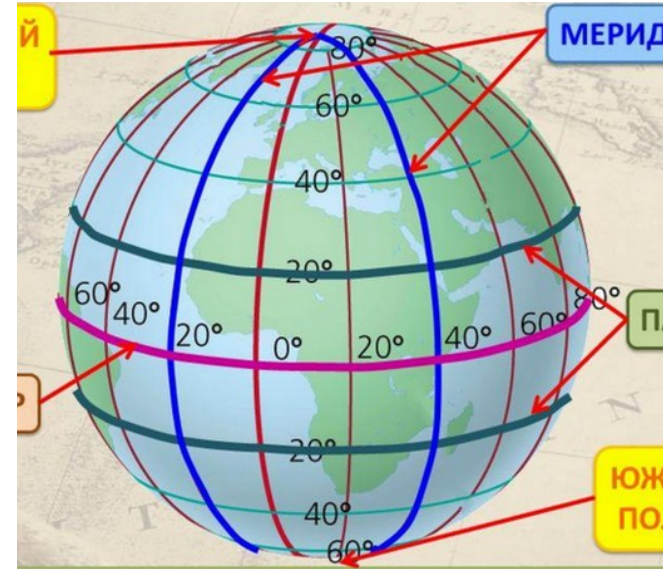
Командир самолета отдает приказ штурману: «Мы должны как можно быстрее попасть в точку, лежащую на  $40^\circ$  восточнее нас. Проложите курс». «Нет ничего проще, — отвечает штурман, — нам следует все время двигаться строго на восток». Прав ли он?



Летчик сначала должен отклониться от параллели в сторону полюса, а после середины пути немного повернуть в сторону экватора.

Легче всего построить кратчайшую траекторию между двумя точками на глобусе, натянув между ними нитку.

Попробуйте и вы узнаете, насколько ошибся штурман.









# CHINA AIRLINES GLOBAL NETWORK



Д/З

№1. В одной из телепередач, посвященных жизни и творчеству А.С.Пушкина, ведущая передачи Фекла Толстая заявила, что существует "... до сих пор не разгаданная загадка, связанная с жизнью поэта".

Загадка состояла в следующем:

Известно, что А.С.Пушкин родился 26 мая.

Всем известно, что разница между старым и новым стилем составляет 13 дней.

Однако мы празднуем день рождения Пушкина (по новому стилю) 6 июня, хотя разница между 26 мая и 6 июня – всего 11 дней.

№2. Сегодня в Петербурге Солнце взошло в 9 часов 48 минут, а в Москве в 8 часов 48 минут. Заход же Солнца в Петербурге и в Москве произойдет практически в одно и то же время - в 15 часов 58 минут.

Почему моменты восхода различаются, а моменты захода совпадают?

№3.

Поезд движется со скоростью 60 км/ч на запад  
вдоль параллели  $60^\circ$  с.ш.

Какую продолжительность светлого времени  
суток зафиксирует пассажир этого поезда 21  
марта? Рефракцией пренебречь.



№4. Вдоль какой параллели на Земле можно идти пешком так, чтобы Солнце «остановилось»

(т.е. истинное солнечное время для пешехода не изменялось)?