

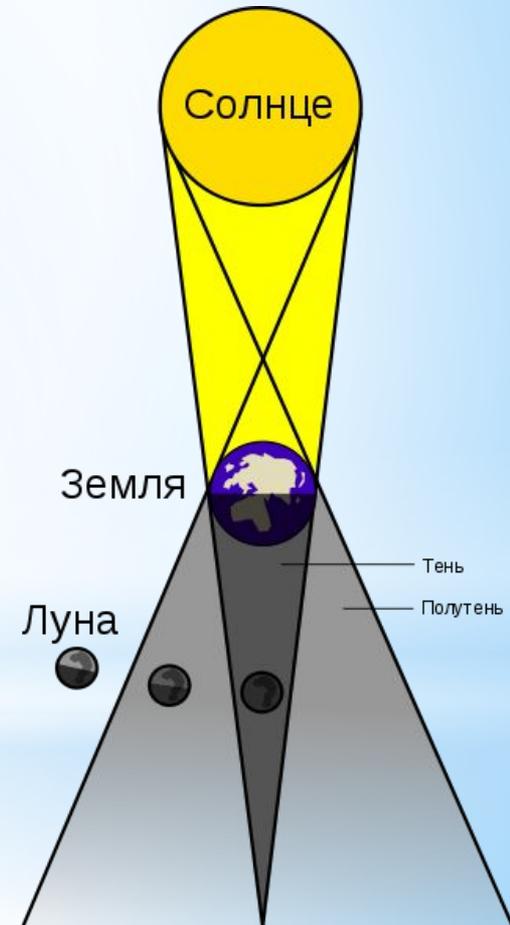
# ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ



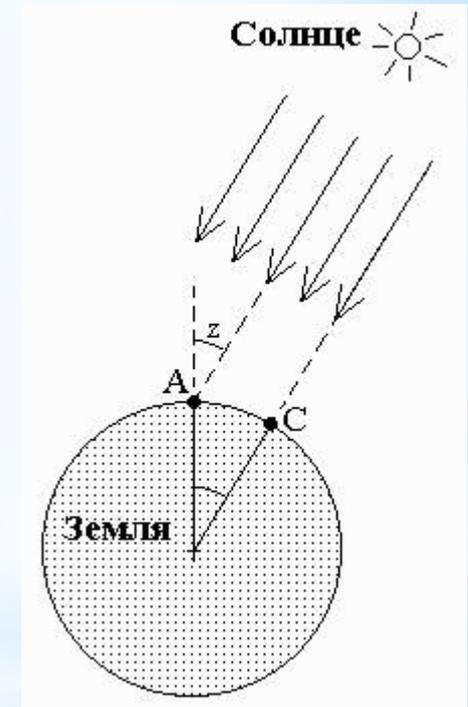
- \* Земля, как и другие планеты Солнечной системы, имеет шарообразную форму. Её диаметр около 12 750 км.
- \* Человек видит лишь небольшую часть Земли, поэтому земная поверхность кажется ему плоским кругом.
- \* Во времена Пифагора (VI век до н. э.) люди стали предполагать, что Земля - шар, как и другие планеты.



- \* Первые доказательства шарообразности Земли принадлежат древнегреческому ученому Аристотелю (IV в. до н.э.).
- \* К ним он относил наблюдения за лунными затмениями, во время которых тень от Земли, отбрасываемая на поверхность Луны, всегда круглая; расширение горизонта при подъёме в вверх.



- \* Первым, кто измерил величину земного шара, был древнегреческий ученый Эратосфен (III-II вв. до н. э.).
- \* Он измерил длину дуги  $1^\circ$  меридиана, а затем на этой основе рассчитал длину всей окружности Земли по меридиану.
- \* Она оказалась равной около 40 000 км, что близко к действительности.
- \* Таким образом, учёные Древней Греции имели в общем правильные представления о фигуре и размерах Земли.
- \* В период Средневековья, в Европе вплоть до XV-го века, многие научные представления античных народов о Земле были забыты.



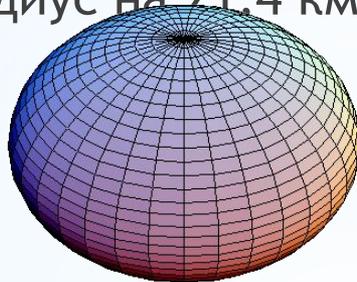
- \* С конца XV-го века начинается возрождение, а потом и интенсивное развитие многих наук и культуры.
- \* Наступил период великих географических открытий.
- \* Христофор Колумб в поисках западного пути в Индию открыл Новый Свет - Америку (1492).
- \* Васко-да-Гама, обогнув Африку, проложил морской путь в Индию (1497).
- \* Фернандо Магеллан и его спутники совершили первое кругосветное плавание (1519-1522 годы).

\* В этот период сомнений в шарообразности Земли не было, и Землю стали изображать в виде объемной модели - глобуса. Самый первый глобус диаметром более 0,5 м был изготовлен немцем Мартином Бехаймом (1492).



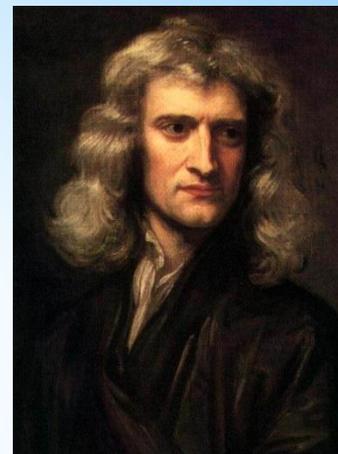
\* Представления о форме Земли продолжали совершенствоваться. В конце XVII-го века на основании работы Исаака Ньютона возникло предположение о том, что ввиду осевого вращения земной шар должен быть сплюснут у полюсов.

\* Шар, равномерно сплюснутый у полюсов, называется сфероидом, или эллипсоидом вращения. У Земли экваториальный радиус на 21,4 км длиннее полярного

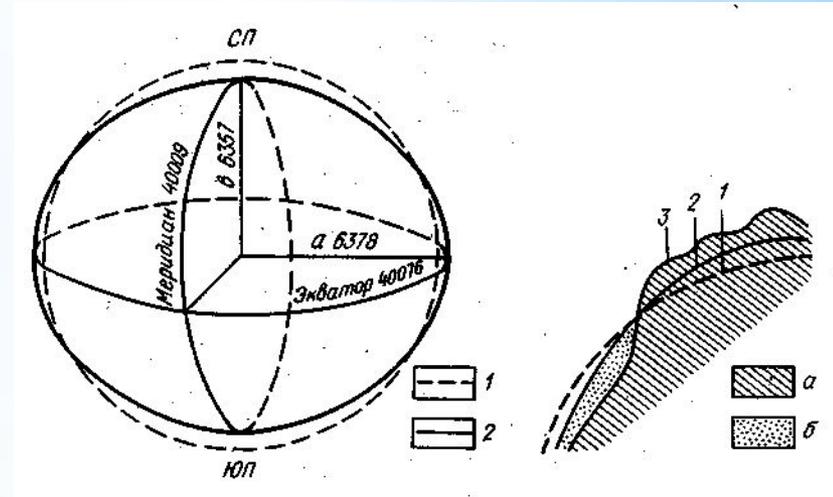


\* Последующие измерения силы тяжести показали, что фигура Земли сложнее.

\* Истинная геометрическая фигура Земли была названа геоидом («землеподобным»). Геоид определяется как фигура, поверхность которой всюду перпендикулярна направлению силы тяжести, т. е. отвесу. Поверхность геоида совпадает с уровенной Поверхностью Мирового океана. Поднятия и опускания геоида над сфероидом составляют +50... ±100 м.



\*Так как разница между сфероидом и геоидом невелика, то для геодезических и картографических работ в России приняты следующие величины земного эллипсоида Ф. Н. Красовского: экваториальный радиус  $a$  - 6378,2 км, полярный радиус  $b = 6356,8$  км, длина меридиана равна 40008,5 км, длина экватора 40075,7 км, площадь поверхности Земли - 510 млн. км<sup>2</sup>.



**Рис. 1. Форма и размеры Земли:**

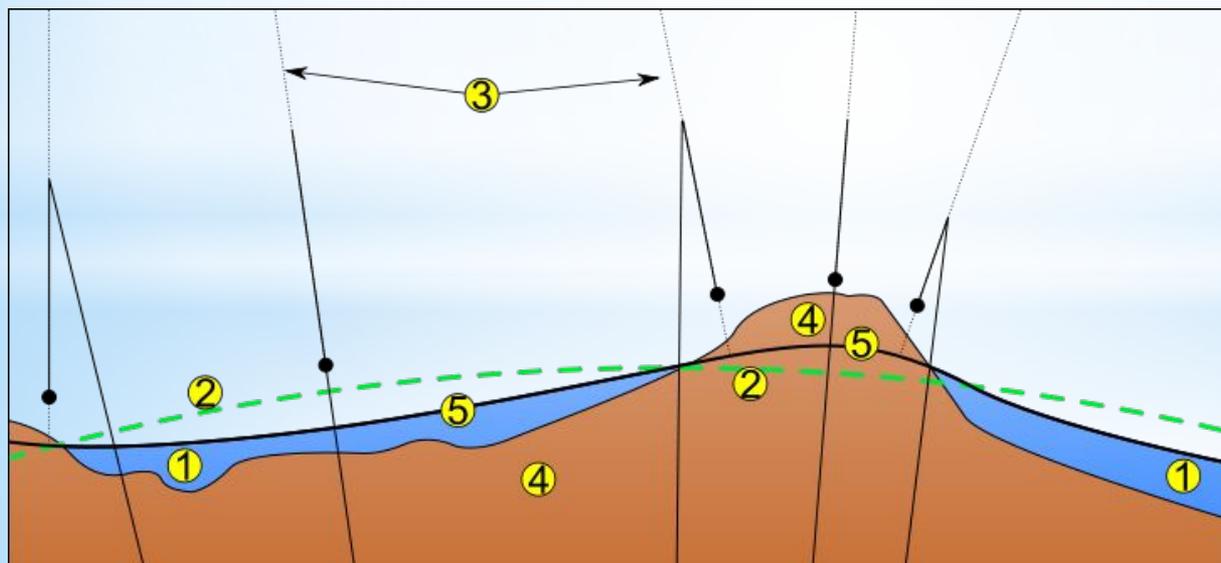
1 – поверхность шара,  
2 – поверхность сфероида:  $a$  – экваториальный радиус,  $b$  – полярный радиус

**Рис. 2. Соотношение сфероида, геоида и земной поверхности:**

1 – поверхность сфероида, 2 – поверхность геоида, 3 – земная поверхность:  $a$  – земная кора,  $б$  – океан.

*\*Истинная физическая поверхность Земли со всеми её горами и впадинами не совпадает с поверхностью геоида и отступает от него на несколько километров.*

*\*Сила тяжести все время стремится выровнять действительную поверхность Земли, привести её в соответствие с уровенной поверхностью.*

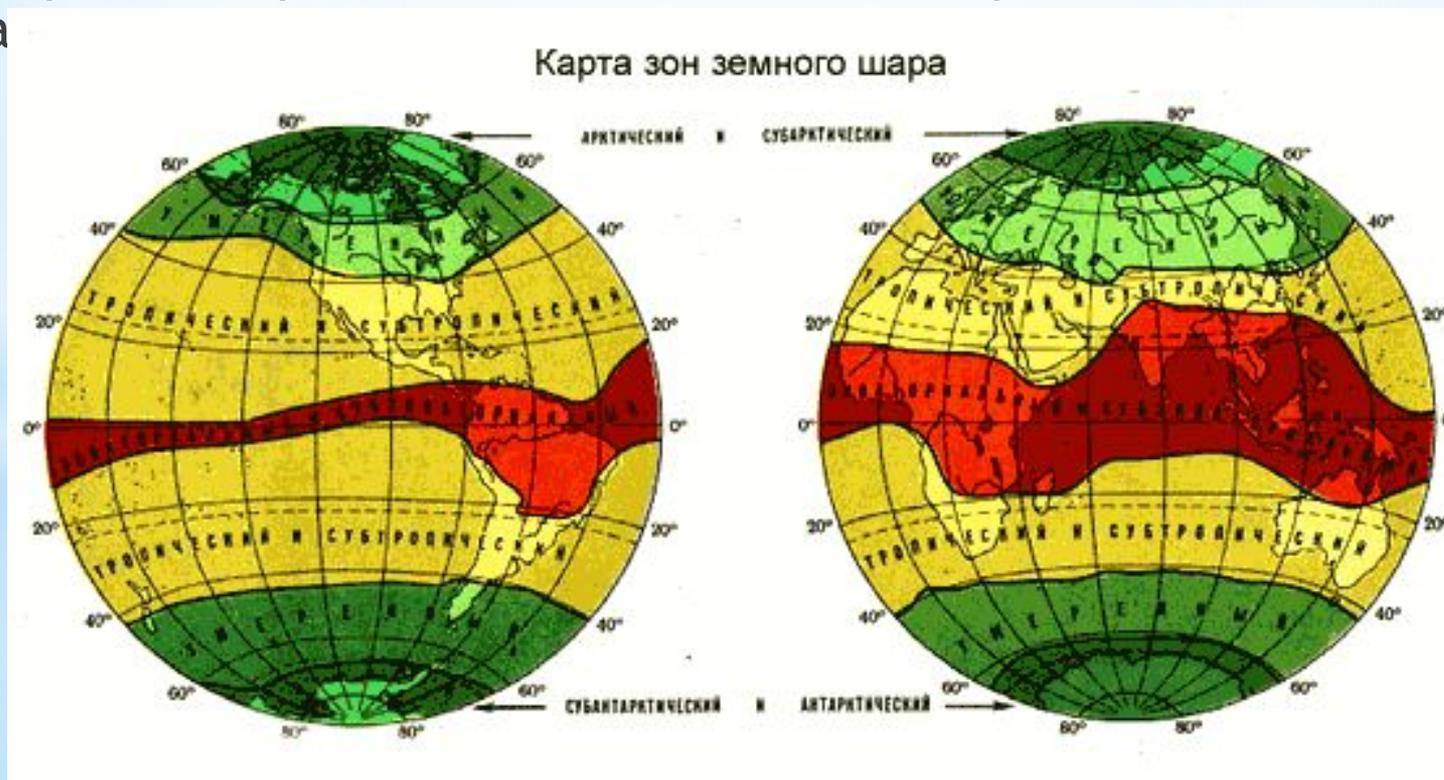


1. Мировой океан
2. Земной эллипсоид
3. Отвесные линии
4. Тело Земли
5. Геоид

- \* Постепенное появление предметов из-за горизонта,
- \* увеличение дальности (радиуса) видимого горизонта при поднятии,
- \* кругообразная форма видимого горизонта, изменение видимости звездного неба при движении по меридиану,
- \* освещение высоких частей предметов перед восходом и после захода солнца,
- \* кругосветные плавания

доказывают лишь выпуклость, а не шарообразность Земли.

- \* Форма и размеры Земли имеют большое географическое значение.
- \* Шарообразная фигура Земли приводит к уменьшению угла падения солнечных лучей на земную поверхность от экватора к полюсам и как следствие этого явления - образование нескольких тепловых поясов.
- \* Тепловые пояса, являются причиной закономерных изменений природных процессов и явлений на поверхности Земли по на



- \* Размеры и масса Земли определяют такую силу земного притяжения, которая удерживает атмосферу определенного состава и гидросферу, без которых невозможна жизнь.
- \* Важно и расстояние Земли от Солнца. При более близком положении Земли к Солнцу, чем теперь, она могла бы превратиться в раскаленную пустыню, при более отдаленном - приобрести постоянный ледяной панцирь.
- \* *Таким образом, жизнь на Земле, возникновение и существование на ней географической оболочки в значительной мере зависит от формы и размеров нашей планеты, а также и расстояния от Солнца.*

# \* Градусная сеть и её элементы

- \* *Градусная сеть - система меридианов и параллелей на географических картах и глобусах, которая служит для отсчёта географических координат точек земной поверхности - широты и долготы.*
- \* *Шарообразная Земля вращается вокруг оси, поэтому у неё есть две неподвижные точки - полюса, которые являются точками отсчёта.*
- \* *Географические полюса - Северный и Южный - точки пересечения воображаемой оси вращения Земли с земной поверхностью. На полюсах нет сторон горизонта.*
- \* *Экватор (лат. aequator - уравниватель) - линия пересечения земного шара плоскостью, проходящей через центр Земли перпендикулярно оси её вращения. Экватор делит земной шар на два полушария - северное и южное. Его длина около 40 076 км.*



- \* *Параллели (греч. parallelos идущие рядом) линии сечения поверхности земного шара плоскостями, параллельными плоскости экватора.*
- \* *По другому - это линии на поверхности Земли, проведенные параллельно экватору.*
- \* *Длина параллелей от экватора к полюсам уменьшается.*
- \* *Меридианы (лат. meridianus - полуденный) - линии сечения поверхности плоскостями, проходящими через ось вращения Земли и соответственно через оба её полюса.*
- \* *Полная длина земного меридиана - около 40009 км. Длина 1° меридиана в среднем 111,1 км. Из-за сплюснутости Земли она больше (111,7 км) у полюсов и меньше у экватора (110,6 км).*

- \* Градусная сеть позволяет определить местоположение любой точки на земной поверхности с помощью географических координат - широты и долготы.
- \* Географическая широта  $\varphi$  - угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке, иначе - угловое расстояние точки от экватора. Изменяется от  $0^\circ$  (экватор) до  $90^\circ$  (полюса). Различают северную и южную широту.

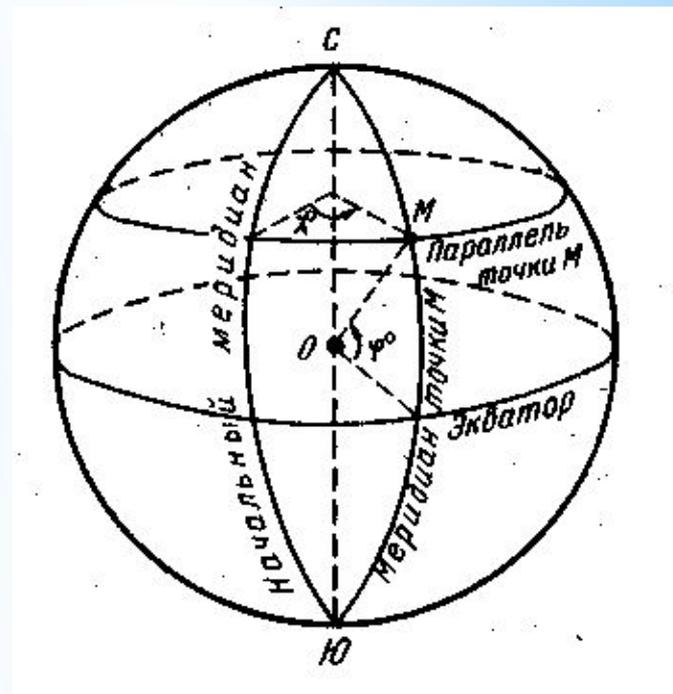


Рис. 5. Географические координаты:  $\varphi^\circ$  - географическая широта,  $\lambda^\circ$  - географическая долгота

\* *Географическая долгота  $\lambda$  - двугранный угол, образованный плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана, проходящего через данную точку, иначе - угловое расстояние точки от начального меридиана.*

\* За начальный (нулевой) меридиан по Международному соглашению принят меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию в пригороде Лондона.

\* К востоку от него - *долгота восточная*, к западу - *западная*. Долгота изменяется от 0 до 180°.



# \* Картографические проекции

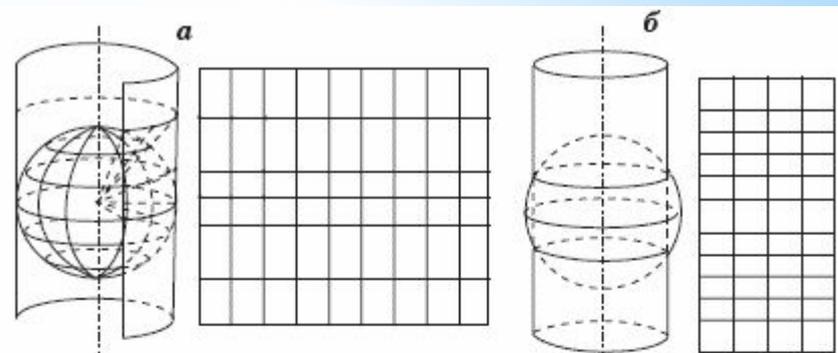
- \* Наиболее точное изображение Земли - глобус.
- \* Изобразить поверхность земного шара на плоскости без искажений невозможно, при любой картографической проекции.
- \* *Картографическая проекция - математический способ изображения земного шара (эллипсоида) на плоскости.*
- \* Чем мельче масштаб карты, тем существеннее искажения. На крупномасштабных картах искажения практически неощутимы.

- \*Выделяют четыре вида искажений на картах: длин, площадей, углов и форм объектов.
- \*По характеру искажений картографические проекции подразделяются на **равноугольные**, при которых сохраняются углы и формы объектов, но искажаются длины и площади;
- \***равновеликие**, при которых сохраняются площади, но сильно изменены углы и форма объектов;
- \***произвольные**, при которых есть искажения длин, площадей и углов, но они распределяются на карте определенным образом. Среди них особо выделяют **равнопромежуточные проекции**, при которых нет искажения длин либо по параллели, либо по меридиану.

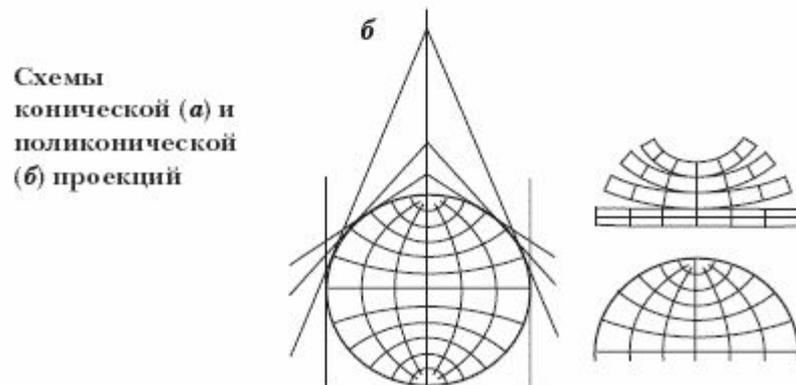
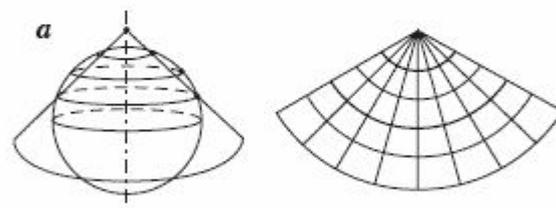
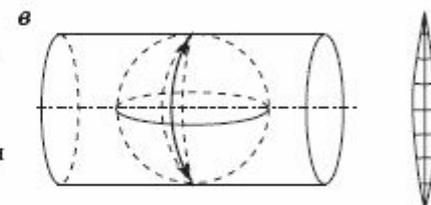
Картографические проекции подразделяются и по виду вспомогательной поверхности, которая используется при переходе от шара (эллипсоида) к плоскости. Среди них наиболее распространёнными являются

- \* *цилиндрические* - проектирование шара ведётся как бы на поверхность цилиндра;
- \* *конические* - вспомогательная поверхность - конус;
- \* *азимутальные* - вспомогательной поверхностью служит плоскость.

Для карт мира обычно используют цилиндрические проекции, у которых наименьшие искажения в области экватора и в средних широтах. Для России и территории бывшего Советского Союза применяются конические проекции, обладающие наименьшими искажениями в умеренных широтах.



Цилиндрические проекции:  
на прямой касательный (а),  
на прямой секущий (б),  
на поперечный (в) цилиндры



Схемы  
конической (а) и  
поликонической  
(б) проекций

# \* Вращение Земли вокруг оси и его географические следствия

- \* Географическое значение осевого вращения Земли исключительно велико.
- \* Прежде всего оно влияет на *фигуру Земли*.
- \* Сжатие Земли у полюсов - результат её осевого вращения. Раньше, когда Земля вращалась с большей скоростью, полярное сжатие было значительнее.



\* Важным следствием осевого вращения Земли является *отклонение тел, движущихся горизонтально* (ветров, морских течений и т.д.), от их первоначального направления: *в северном, полушарии - вправо, в южном - влево.*

\* На экваторе, где меридианы параллельны друг другу, направление их в мировом пространстве при вращении не меняется, и отклонение равно 0. К полюсам отклонение нарастает и становится у полюсов наибольшим, так как там каждый меридиан за сутки изменяет направление своего движения на  $360^\circ$ .



- \* С вращением Земли связана естественная единица измерения времени - *сутки и смена дня и ночи*.
- \* Сутки бывают звездные и солнечные. *Звездные сутки* - промежуток времени между двумя последовательными кульминациями звезды (наиболее высоким положением её над горизонтом) через меридиан точки наблюдения.
- \* За звездные сутки Земля совершает полный оборот вокруг своей оси. Они равны 23 ч 56 мин 4 с. Звездные сутки используются при астрономических наблюдениях.
- \* *Солнечные сутки* - промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра Солнца через меридиан точки наблюдения.
- \* Так как Земля вращается вокруг оси в том же направлении, в котором движется вокруг Солнца, солнечные сутки длиннее звездных и равны 24 часам. Поэтому за солнечные сутки Земля совершает оборот чуть более, чем на  $360^\circ$ .

\*Так как на каждом меридиане своё местное время, поэтому был принят *поясной счёт времени*. *Всю поверхность земного шара разделили на 24 часовых пояса по 15° каждый.*

\*За *поясное время* принято *местное время среднего меридиана* каждого пояса.

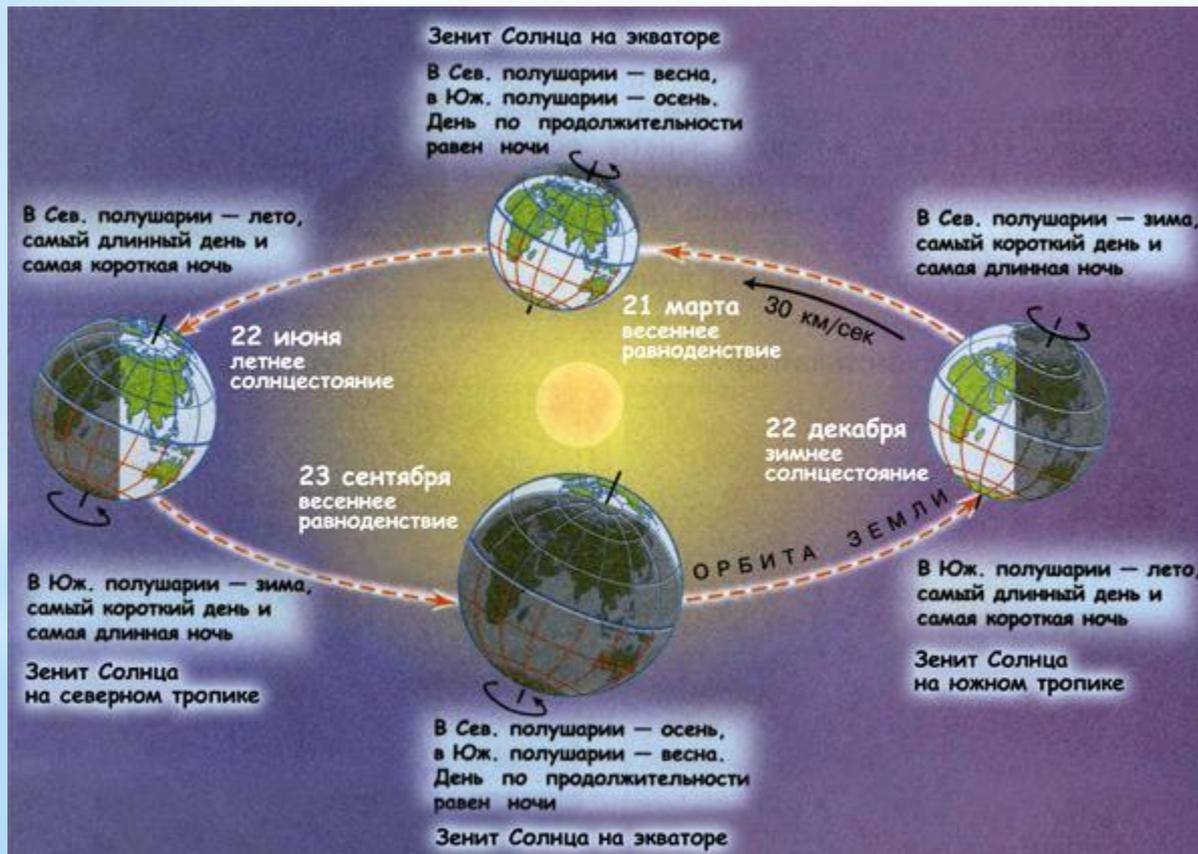


- \* *Смена дня и ночи создает суточную ритмику живой и неживой природы.*
- \* Суточный ритм связан со световыми и температурными условиями. Общеизвестен суточный ход температуры, дневной и ночной бризы и т. д.
- \* Очень ярко проявляется суточный ритм живой природы. Известно, что фотосинтез возможен лишь днём, что многие цветы раскрываются в разные часы.
- \* Животные подразделяются как бы на два особых мира: большинство из них бодрствует днём, но многие (совы, летучие мыши, ночные бабочки) во мраке ночи. Жизнь человека тоже протекает в суточном цикле.

# \* Движение Земли по орбите вокруг Солнца и его географические следствия

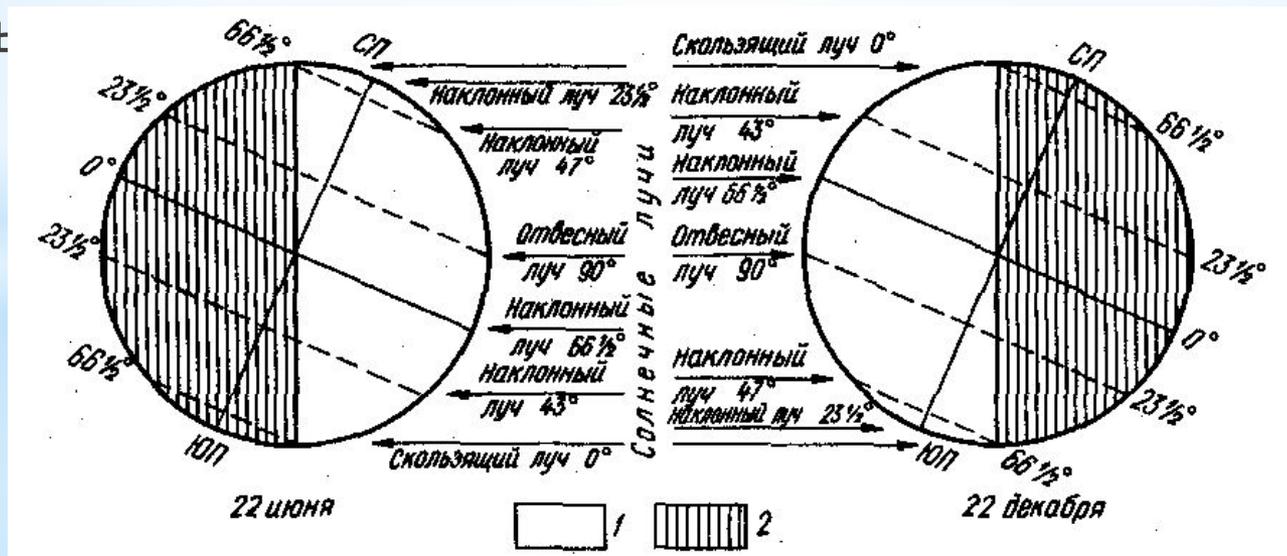
- \* Земля, подобно другим планетам, движется вокруг Солнца. Этот путь Земли называется *орбитой* (лат. orbita - колея, дорога).
- \* *Орбита Земли - эллипс*, близкий к окружности, в одном из фокусов которого находится Солнце.
- \* Расстояние от Земли до Солнца изменяется в течение года от 147 млн. км - в перигелии (в январе) до 152 млн. км - в афелии (в июле).
- \* Длина орбиты более 30 млн, км.
- \* Земля движется по орбите с запада на восток со средней скоростью около 30 км/с и проходит весь путь за год - 365 суток 6 часов 9 минут 9 секунд.

- \* Ось вращения Земли наклонена к плоскости орбиты под углом  $66,5^\circ$  и перемещается в пространстве параллельно самой себе в течение года.
- \* Это приводит к важнейшим географическим следствиям - смене времен года и неравенству дня и ночи.



Наклон земной оси к плоскости орбиты и сохранение её ориентировки в пространстве обуславливает различный угол падения солнечных лучей и соответственно различия в поступлении тепла на земную поверхность, а также неодинаковую продолжительность дня и ночи в течение года на всех широтах, кроме экватора.

- \* 22 июня земная ось северным концом обращена к Солнцу.
- \* В этот день - *день летнего солнцестояния* - солнечные лучи в полдень отвесно падают на  $23,5^\circ$  параллель северной широты - так называемый *северный тропик*.
- \* Все параллели севернее экватора до  $66,5^\circ$  с. ш. большую часть суток освещены, на этих широтах день длиннее ночи.
- \* Севернее  $66,5^\circ$  с. ш. в день летнего солнцестояния территория полностью освещена Солнцем - там полярный день



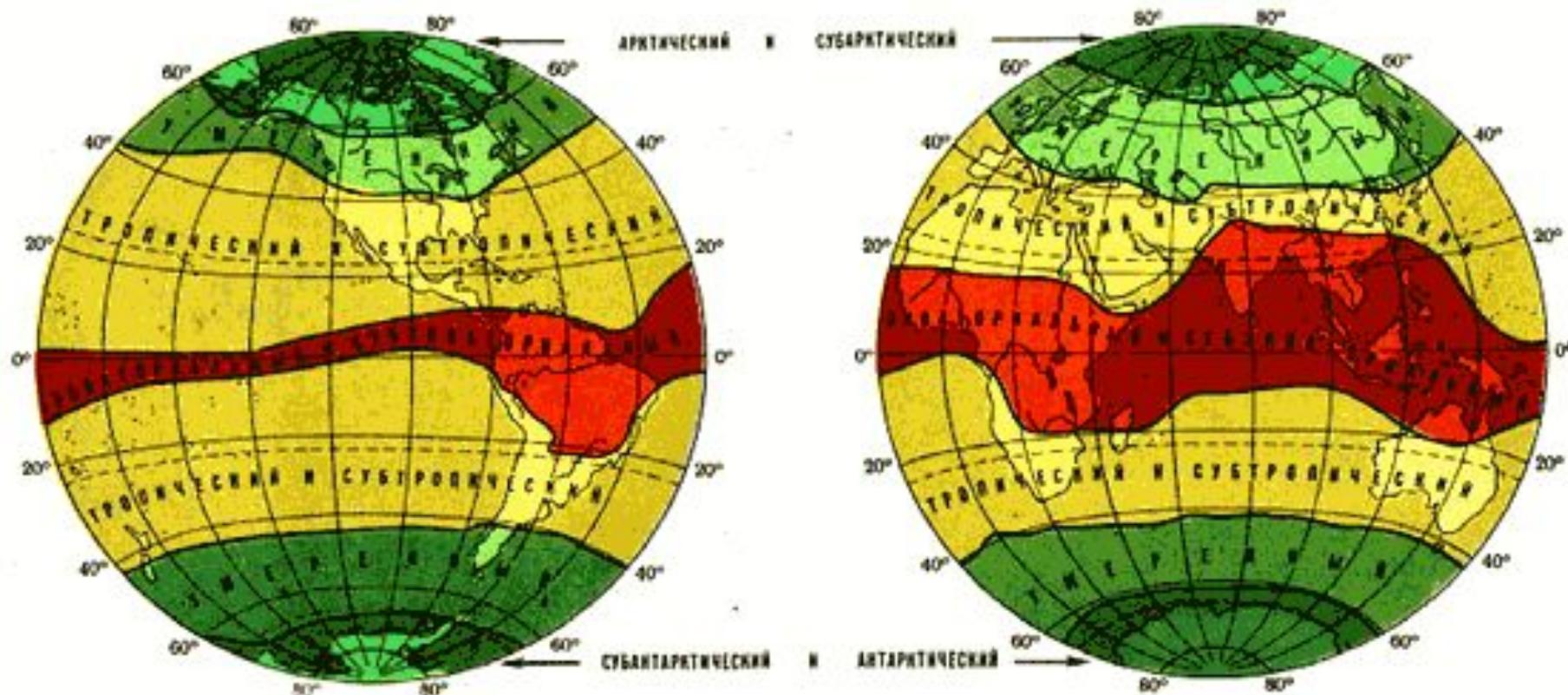
- \* Параллель  $66,5^\circ$  с. ш. является границей, с которой начинается *полярный день* - это *северный полярный круг*.
- \* В этот же день на всех параллелях южнее экватора до  $66,5^\circ$  ю. ш. день короче ночи.
- \* Южнее  $66,5^\circ$  ю. ш. территория на освещена совсем - там *полярная ночь*. Параллель  $66,5^\circ$  ю. ш. - *южный полярный круг*.
- \* 22 июня - начало астрономического лета в северном полушарии и астрономической зимы - в южном полушарии.

- \* 22 декабря земная ось южным концом обращена к Солнцу (рис. 7, справа).
- \* В этот день - *день зимнего солнцестояния* солнечные лучи в полдень отвесно падают на  $23,5^\circ$  параллель южной широты - так называемый *южный тропик*.
- \* На всех параллелях южнее экватора до  $66,5^\circ$  ю. ш. день длиннее ночи.
- \* Начиная с южного полярного круга устанавливается *полярный день*.
- \* В этот день на всех параллелях севернее экватора до  $66,5^\circ$  с. ш. день короче ночи.
- \* За северным полярным кругом - *полярная ночь*.
- \* 22 декабря - начало астрономического лета в южном полушарии, астрономической зимы - в северном полушарии.

- \* 21 марта - в день весеннего равноденствия и 23 сентября - в день осеннего равноденствия терминатор проходит через оба полюса Земли и делит все параллели пополам.
- \* Северное и южное полушария в эти дни освещены одинаково, день всюду на Земле равен ночи.
- \* Солнечные лучи в полдень в зените над экватором, полушария получают одинаковое количество тепла.
- \* На Земле 21 марта и 23 сентября - начало астрономической весны и осени в соответствующих полушариях.

- \* *Со сменой времен года связана сезонная ритмика природы.*
- \* Она проявляется в изменении температуры, влажности воздуха и других метеорологических элементов, в режиме водоемов, в жизни растений, животных и т. д.
- \* В результате наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты и его годового движения на Земле образовалось *пять поясов освещения, ограниченных тропиками и полярными кругами.*
- \* Они отличаются высотой полуденного стояния Солнца над горизонтом, продолжительностью дня и соответственно тепловыми условиями.

# Карта зон земного шара



- \* Жаркий пояс лежит между тропиками (греч. tropikas - круг поворота).
- \* В его пределах Солнце два раза в году бывает в зените, на тропиках - по одному разу в год, в дни солнцестояний (и этим они отличаются от всех остальных параллелей).
- \* На экваторе день всегда равен ночи, на других широтах этого пояса продолжительность их мало отличается.
- \* Жаркий пояс занимает около 40 % земной поверхности.

- \* Умеренные пояса (два) располагаются между тропиками и полярными кругами.
- \* Солнце в них никогда не бывает в зените.
- \* В течение суток обязательно происходит смена дня и ночи, причем продолжительность их зависит от широты и времени года.
- \* Близ полярных кругов (с  $60^\circ$  до  $66,5^\circ$ ) летом наблюдаются светлые, так называемые белые ночи с сумеречным освещением за счет слияния вечерней и утренней зари, так как Солнце ненадолго и неглубоко уходит под горизонт.
- \* Общая площадь умеренных поясов составляет 52 % земной поверхности.

- \* Холодные пояса (два) - к северу от северного и к югу от южных полярных кругов.
  - \* Они отличаются наличием полярных дней и ночей, продолжительность которых увеличивается от одних суток - на полярных кругах до полугода - на полюсах.
  - \* Их общая площадь 8 % земной поверхности.
- \* Пояса освещения - основа климатической зональности и природной зональности вообще.*