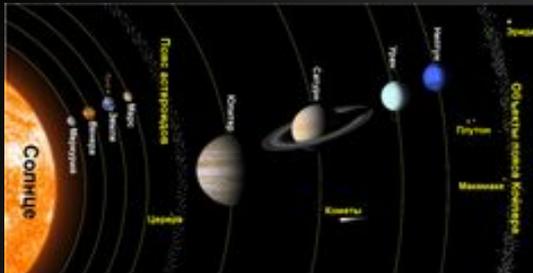


Тема 1. Планетарные характеристики Земли.





Строение Солнечной системы

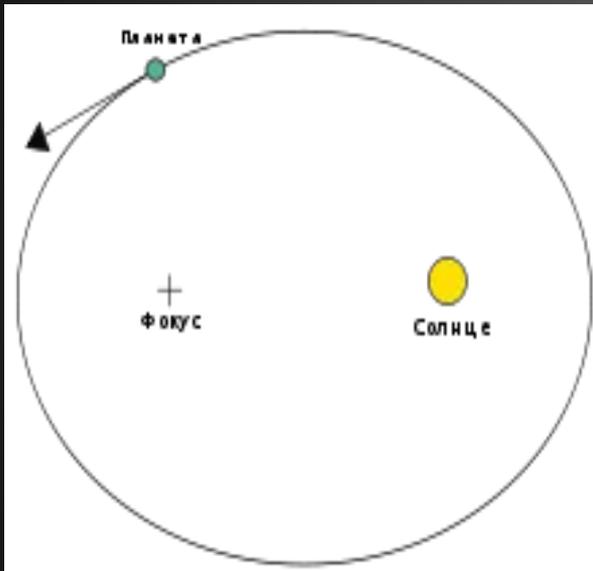
- Солнце и вся солнечная система обращается вокруг центра галактики Млечного пути по почти круговой орбите со скоростью около 220 км/с.
- Солнечная система в составе Млечного Пути движется со скоростью примерно 20 км/с, ускоряясь по мере расширения Вселенной. Земля движется вокруг Солнца по эллиптической орбите со средней скоростью 30,27 км/сек.
- Двигаясь по орбите, Земля совершает полный оборот за 365,2564 средних солнечных суток (один звёздный год).
- Вращение Земли вокруг своей оси обусловило существование суток = 23 часа 56 минут и 4.091 секунд (звёздные сутки), чтобы совершить один оборот вокруг оси.
- Скорость вращения планеты с запада на восток составляет примерно 15° в час (1 градус в 4 минуты, $15'$

Законы Иоганна Кеплера

Первый закон Кеплера:

Каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Форму эллипса степень его сходства с окружностью будет тогда характеризовать отношение: $e=c/a$, где c - расстояние от центра эллипса до его фокуса; a - большая полуось.

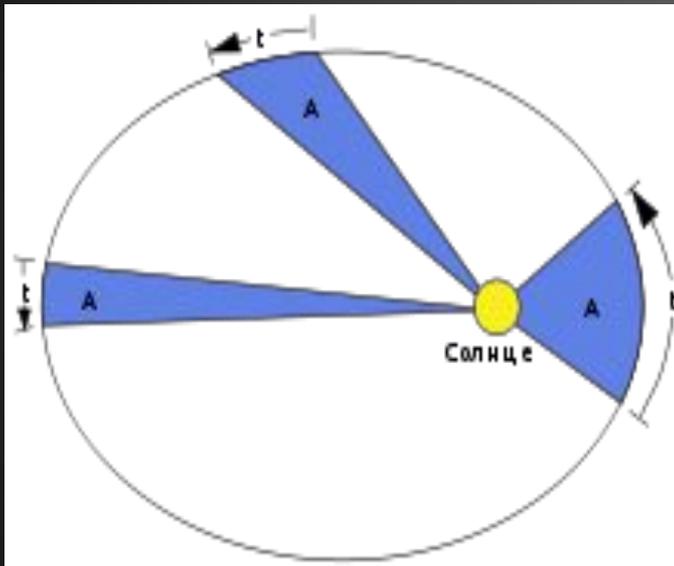
Величина " e " называется эксцентриситетом эллипса. При $c=0$ и $e=0$ эллипс превращается в окружность.



Второй закон Кеплера

Второй закон Кеплера:

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причем площадь сектора орбиты, описанная радиусом-вектором планеты, изменяется пропорционально времени. Применительно к нашей Солнечной системе, с этим законом связаны два понятия: перигелий - ближайшая к Солнцу точка орбиты, и афелий - наиболее удаленная точка орбиты. Планета движется вокруг Солнца неравномерно: имея линейную скорость в перигелие больше, чем в афелие.



Третий закон Кеплера:

Квадраты времен обращения планеты вокруг Солнца относятся как кубы их средних расстояний от Солнца.

Третий закон Кеплера позволяет сравнить орбиты планет между собой.

Чем дальше от Солнца находится планета, тем больше времени занимает ее полный оборот при движении по орбите и тем дольше, соответственно, длится «год» на этой планете. Сегодня мы знаем, что это обусловлено двумя факторами.

Во-первых, чем дальше планета находится от Солнца, тем длиннее периметр ее орбиты.

Во-вторых, с ростом расстояния от Солнца снижается и линейная скорость движения планеты.

Планетарные характеристики Земли

- Расстояние от Венеры до Солнца = 100 млн. км, от Земли до Солнца = 149,6 млн. км, от Марса до Солнца = 220 млн. км.
- Земля – третья планета от Солнца. Именно здесь были созданы наиболее благоприятные условия для того, чтобы в Солнечной системе могли сложиться условия для существования воды в разных фазовых состояниях и зародиться жизнь (белковая).
- Экваториальный радиус составляет 6378,140 км, средний радиус – 6371,004 км.
- Площадь поверхности Земли составляет 510 млн. км², средний радиус земли = 6371 км.
- 70,8% поверхности планеты занимает Мировой океан, в котором, вероятно, и зародилась жизнь. Средняя глубина его составляет около 3,8 км, а максимальная равна 11,022 км (Мариинская впадина). Объем воды составляет 1370 миллионов км³.
- Суша в настоящее время образует шесть материков (Евразия, Африка, Австралия, Антарктида, Северная и Южная Америка) и множество островов. Она поднимается над уровнем Мирового океана в среднем на 875 м.
- Земля образовалась примерно 4,6 - 4,7 миллиардов лет назад из протопланетного облака, которое было притянуто мощной гравитацией Солнца.
- Уже примерно через 1 миллиард лет на планете создались благоприятные для возникновения органической жизни условия: не слишком высокая и не слишком низкая температуры, наличие в атмосфере большого количества кислорода и вода. Земная атмосфера состоит из нескольких слоёв. Нижний слой (тропосфера) содержит около 78% азота и 21% кислорода. Остальную часть составляют водяные пары, углекислый газ и другие газы. Температура на поверхности планеты колеблется от -60°C (на полюсах) до +50°C (на экваторе), средняя температура планеты +15°C.



Интересно!?

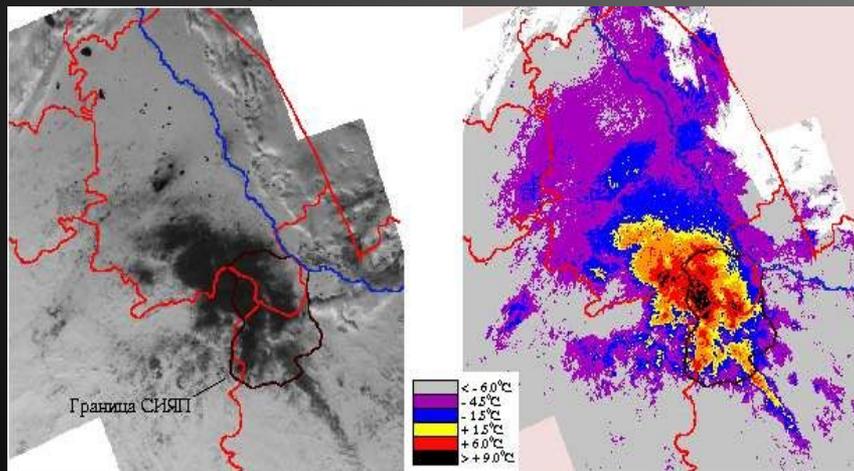
- Почему в часе — 60 минут (а не допустим, 100), а в минуте 60 секунд?
- среднее расстояние между Землёй и Луной (384 000км) практически равняется 60-ти средним радиусам Земли (6370км).
- Диаметр Солнца равен 109,2 диаметрам Земли. А в расстояние от Солнца до Земли укладывается 109,2 диаметров Солнца! Экваториальная окружность Луны, как ни странно, 10 920 км.
- Солнце, и Луна совершают один оборот вокруг своей оси за 27,3 суток, тогда 4 оборота они совершают за 109,2 суток — магическое число!



ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ

1. Тепловое поле

формируется под влиянием тепла Солнца и внутренней энергии планеты. На поверхности солнечная энергия превышает внутреннюю в 5 тыс. раз, однако она проникает лишь до глубины 20—30 м, а местами на первые метры (сезонное протаивание в областях вечной мерзлоты варьирует от 0,5 до 3—4 м). Наименьшие глубины характерны для суточных колебаний, средние для сезонных и наибольшие для многолетних.



Состояние снежного покрова и температурное поле района Семипалатинского испытательного ядерного полигона

Табл. Энерговыведение на Земле

Источник энергии	E, (эрг/год)
Солнечная энергия	10^{32}
Геотермическая энергия	10^{28}
Упругая энергия землетрясений	10^{25}
Энергия, теряемая при замедлении вращения Земли	$3 \cdot 10^{26}$
Тепло, выносимое при извержении вулканов	$2,5 \cdot 10^{25}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ

1. Тепловое поле

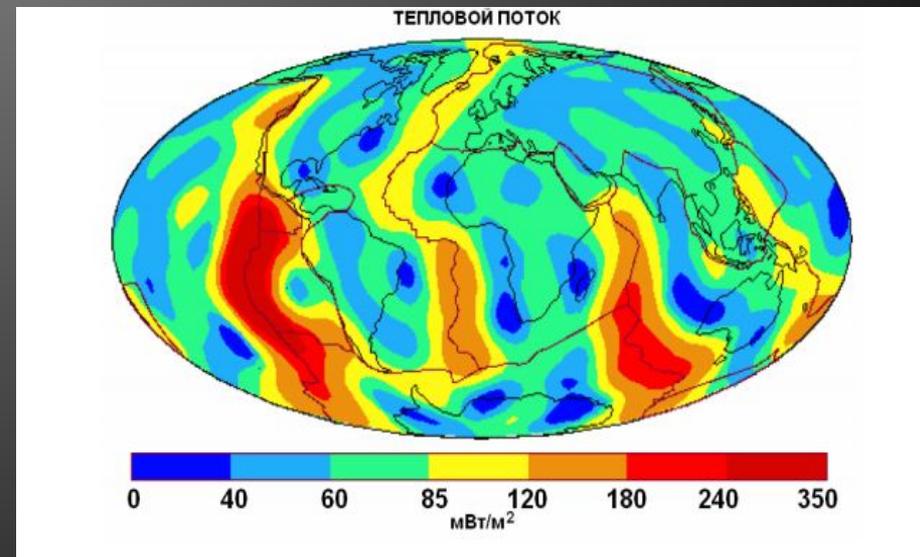
Хотя самое большое количество энергии Земля получает от Солнца, но лишь очень малая его часть проникает вглубь планеты. Остальная часть излучается обратно в пространство. Тепловое излучение планет -- один из источников информации о состоянии поверхности планет и ее атмосферы. Методы ИК-астрономии (инфракрасной астрономии) дали очень много сведений, например, о Венере, особенно в допутниковый период исследований. На глубинах 40-50 м под поверхностью Земли температура остается практически постоянной, как в метро, где "летом прохладно, зимой тепло". Именно на этих глубинах измеряют тепловой поток от внутренних источников.

Средние величины повышения температуры с глубиной равны: $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 100 м — *геотермический градиент*; или 33 м на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ — *геотермическая ступень*.

Более или менее стабильное увеличение температуры наблюдается до глубины 15—20 км. Далее градиенты снижаются, и на глубинах 100 км температуры равны 1200—1500 $^{\circ}\text{C}$. По ряду признаков внутри ядра Земли температуры не превышают 4—5 тыс. градусов.

Тепловой режим поверхности Земли, закономерности промерзания и протаивания оказывают огромное влияние на условия жизни организмов, развитие почв, динамику гидросферы и приземных воздушных масс, а также на все виды хозяйственной деятельности человека.

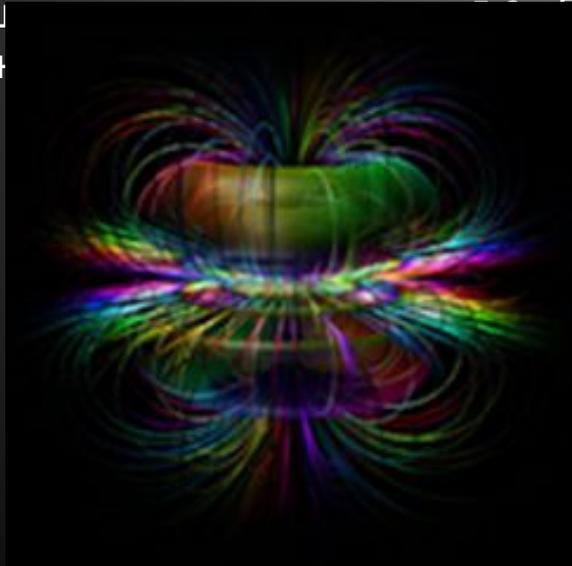
- В настоящее время единственной более или менее достоверно определенной величиной, характеризующей теплотерии Земли, является тепловой поток Q_0 , обусловленный теплопроводностью. Поэтому в дальнейшем при оценке температуры верхних частей Земли будем исходить из приведенного выше значения теплового потока $Q_0, \text{ср}$, считая, что весь перенос тепла осуществляется только через теплопроводность.
- Ниже зоны постоянных температур наблюдается их постепенное повышение, связанное с внутренним тепловым потоком. Особенно в областях современного вулканизма, рифтовых зонах и срединно-океанических хребтах.



ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ

2. Гравитационное поле

Благодаря большой массе оно обладает силой тяжести. В каждой точке величина гравитации является равнодействующей двух постоянных сил — притяжения и центробежной силы. Единица измерения гравитационного поля — гал (ускорение силы тяжести 1 см/с^2). Средние значения силы тяжести равны 981 Гал. По мере приближения к экватору центробежные силы нарастают и значения силы тяжести уменьшаются. Гал по сравнению с метром —



На гравитацию влияют:

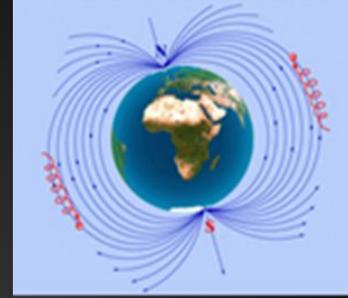
- 1) геологическое строение местности;
- 2) рельеф;
- 3) состав и плотность горных пород.

Поэтому гравиразведка является одним из методов изучения тектонических структур и поисков месторождений полезных ископаемых. Магматические породы, особенно содержащие металлические руды, дают на картах положительные аномалии силы тяжести, а толщи рыхлых осадочных пород — отрицательные аномалии.

- Гравитация оказывает огромное влияние на развитие внешних оболочек Земли. С ней связано явление **изостазии** или вертикальное перемещение структур земной коры при выравнивании давлений, а также круговорот вещества в литосфере, гидросфере и атмосфере, большая часть экзобических процессов на

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ

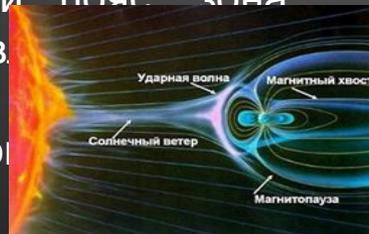
3. Магнитное поле



Связано со способностью горных пород к намагничиванию. Постоянное магнитное поле образовано магнетизмом самой планеты и генерируется ее ядром, а переменное связано с магнитосферой Земли. В связи с этим карты магнитного поля следует обновлять каждые 5 лет по периодам магнитных эпох.

Магнитное поле Земли взаимодействует с солнечным ветром, потоками частиц электромагнитного поля Солнца. Поэтому магнитосфера Земли асимметрична.

Со стороны Солнца ее граница расположена на расстоянии 70—80 тыс. км, а магнитный шлейф планеты превышает 5 млн км. На границе с атмосферой существует радиационный пояс, зона заряженных частиц, в котором происходит обмен космическим пространством



Земля, как гигантский магнит имеет два полюса, не совпадающих с географическими полюсами и меняющих свое положение. В настоящее время Южный полюс положительный, выводящий магнитные потоки, а Северный принимает эти потоки. На протяжении геологической истории магнитные полюсы неоднократно меняли свои знаки.

Магнитная неоднородность земной коры связана с особенностями геологического строения, с магнитными свойствами горных пород. Максимальная намагниченность характерна для пород, содержащих ферромагнитные минералы: магнетит, гематит, лимонит.

В процессе намагничивания минералы горных пород получают определенную ориентировку по отношению к магнитным полюсам. Эта намагниченность сохраняется в минералах длительное время, несмотря на неоднократные изменения магнитного поля Земли. Изучение остаточной намагниченности пород определенного возраста позволяет уточнять стратиграфию и этапы геологической истории. Составление шкалы магнитных инверсий.

С изменениями и возмущениями магнитного поля связаны магнитные бури и полярные сияния, зависящие от вспышек на Солнце, образование опасных для космических кораблей радиационных поясов, по условиям, состоянию животных и человека. Изменения климата коррелируются с 11-летними вариациями магнитного поля



ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ

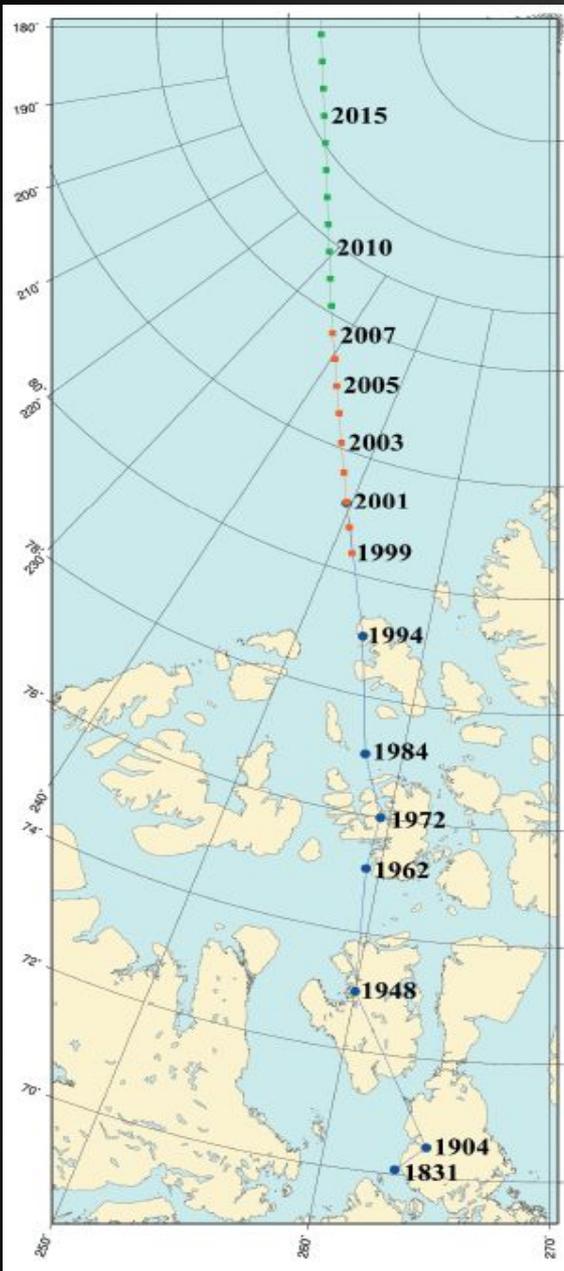
4. Электрическое поле

Обусловлено существованием положительного потенциала в верхних слоях атмосферы и отрицательного в поверхностных слоях Земли. Разность потенциалов или напряженность электрического поля минимальны на полюсах и экваторе и максимальны в средних широтах. Изменения электрического поля зависят от ряда условий. Оно напряженнее зимой, чем летом, достигает максимум в вечерние часы суток, а также при осадках и грозах. На разность потенциалов оказывает влияние и электропроводность горных пород, на чем основаны электроразведка и электрокаротаж скважин в целях изучения геологических разрезов и инженерно-геологических свойств поверхностных отложений.

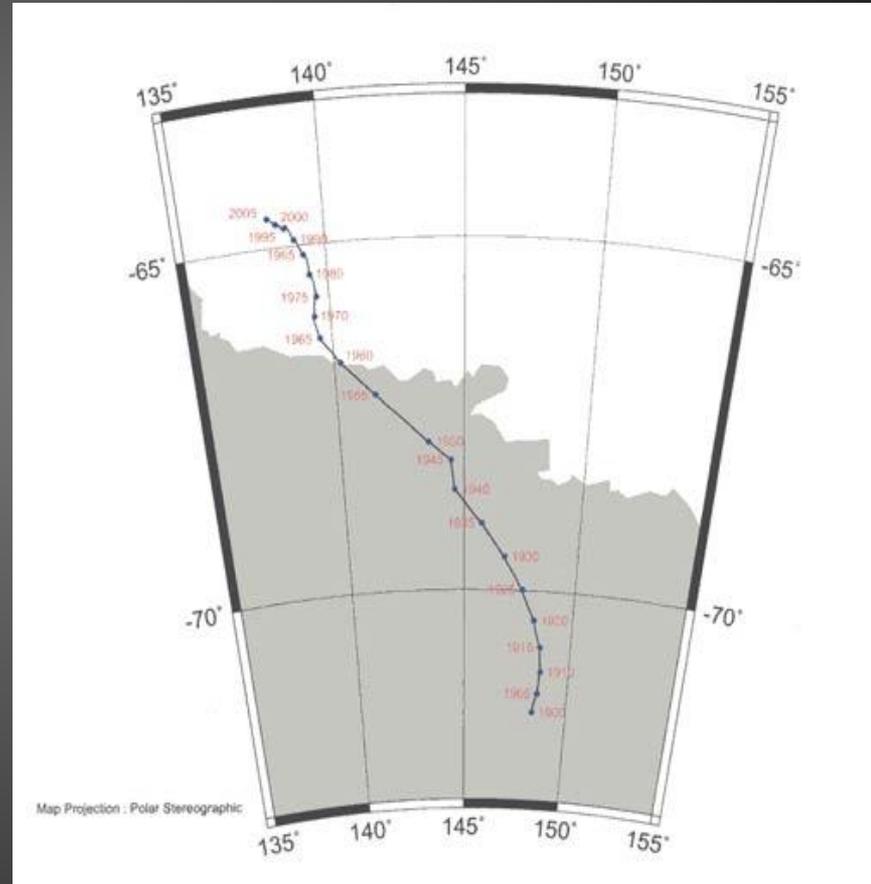
Инверсии магнитных полюсов Земли

- Неоднократно происходили в прошлом, сопровождалось кратковременным исчезновением магнитосферы. Для биосферы Земли это означает истончение озонового слоя и исчезновение защиты от солнечного ветра и космической радиации. Если «переполюсовка» завершится быстро, жизнь на нашей планете может сохраниться, но если Земля останется без магнитного поля на несколько лет, это будет означать гибель всего живого, пишет sunhome.ru
- Сейчас напряженность магнитного поля Земли падает. За последние 22 года магнитное поле Земли стало слабее на 1,7%, причём в некоторых частях Атлантического океана оно ослабело на 10%, а в нескольких регионах немного усилилось.
- Смещение магнитных полюсов Земли было зарегистрировано еще в 1885 году. С тех пор южный магнитный полюс сместился на 900 километров в сторону Индийского океана, а северный магнитный полюс – в сторону Восточно-Сибирской магнитной аномалии. Скорость дрейфа полюсов в настоящее время составляет около 60 километров в год, чего никогда ранее не наблюдалось.
- Ускорение движения полюсов (в среднем на 3 км/год) и движение их по коридорам инверсии магнитных полюсов (более 400 палеоинверсий позволили выявить эти коридоры), позволяет предположить, что в данном перемещении полюсов следует усматривать не экскурс, а очередную инверсию магнитного поля Земли.

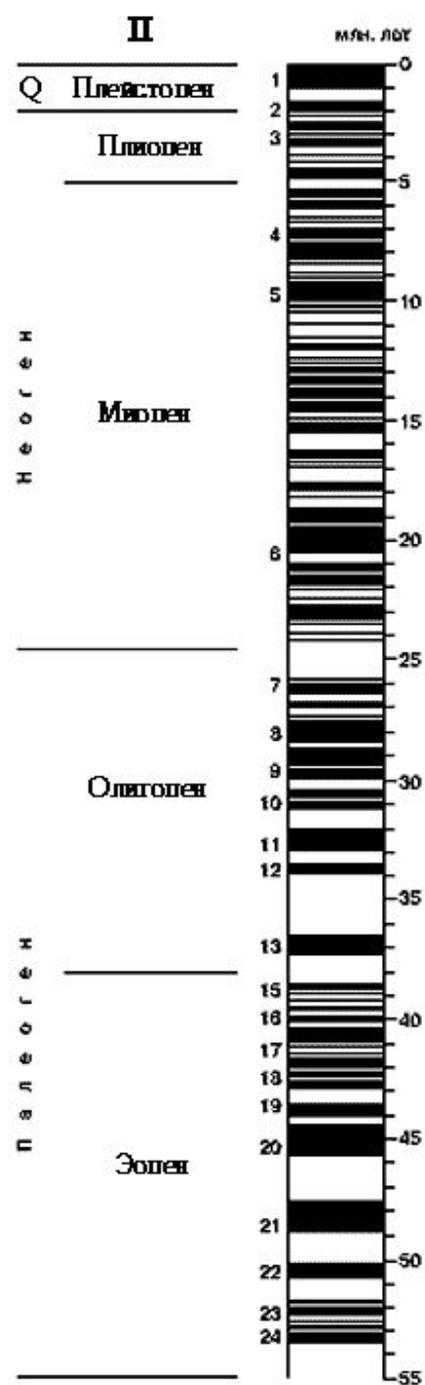
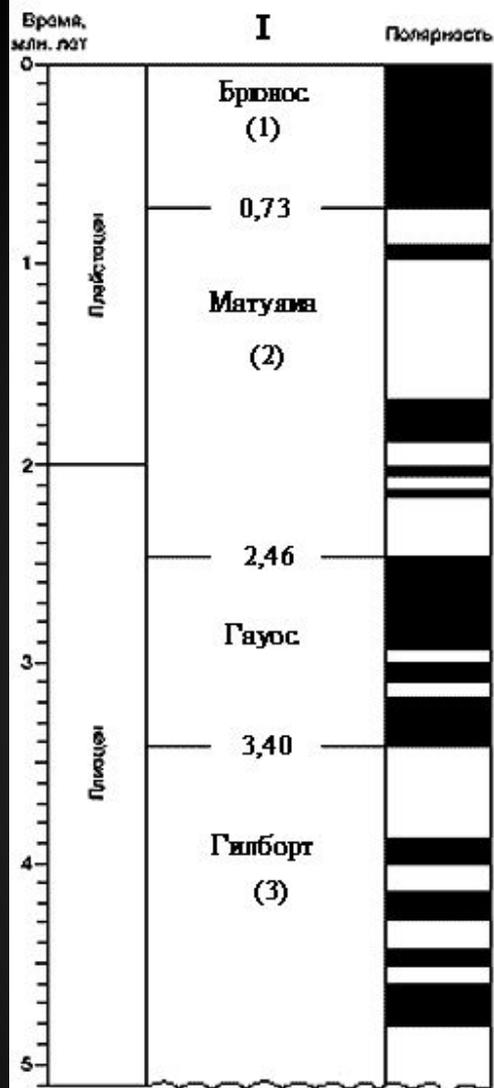
Положение магнитных полюсов Земли



Северный магнитный полюс



Южный магнитный полюс



Инверсии магнитного поля на протяжении истории Земли

I - за последние 5 млн. лет,
II - за последние 55 млн. лет.

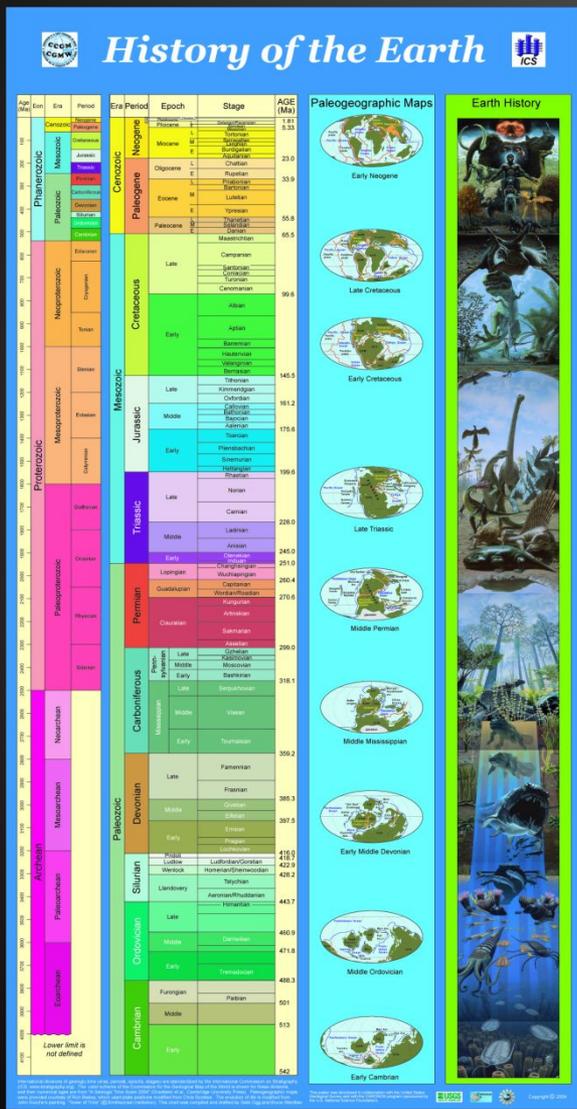
Черный цвет - нормальная намагниченность,

белый цвет - обратная намагниченность

Геомагнитное поле Земли за последние 2,0 - 2,5 млрд. лет, что составляет больше половины ее геологической истории, принципиально не изменялось.

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА



ФАНОЗОИ

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ

ПРОТЕРОЗОИ

АРХЕЙ

Эон	Эра	Период	Эпоха	Возраст (млн. лет)
КАЙНОЗОЙСКАЯ	Четвертичный	Голоцен	0,01	
			Плейстоцен	0,7
			Эоплейстоцен	2
		Неогеновый	Плиоцен	24,6
			Миоцен	24,6
		Палеогеновый	Олигоцен	24,6
	Эоцен		24,6	
	МЕЗОЗОЙСКАЯ	Меловой	Поздне меловая	65
			Раннемеловая	144
		Юрский	Позднеюрская	213
Среднеюрская			213	
Раннеюрская			213	
Триасовый		Позднетриасовая	248	
		Среднетриасовая	248	
		Раннетриасовая	248	
Пермский		Позднепермская	286	
		Раннепермская	286	
Каменноугольный	Позднекаменноугольная	360		
	Среднекаменноугольная	360		
	Раннекаменноугольная	360		
Девонский	Позндедевонская	408		
	Среднедевонская	408		
	Раннедевонская	408		
Силурийский	Позднесилурийская	438		
	Раннесилурийская	438		
	Позднеордовикская	498		
Ордовикский	Среднеордовикская	498		
	Раннеордовикская	498		
	Кембрийский	Позднекембрийская	505	
Среднекембрийская		540		
Раннекембрийская		540		
СИННИЙСКАЯ	Вендский	Эдиакаарская	610	
		Варангерская	800	
РИФЕЙСКАЯ	Поздняя	Средняя	1650	
		Ранняя	2100	
		1650		
ГУРОНСКАЯ	2400	2400		
		2400		
РЭНДСКАЯ	2800	2800		
		2800		
СВАЗИЙСКАЯ	3750	3750		
		3750		
ИСУАНСКАЯ	4500	4500		
		4500		

Хронология планетарных событий

Основные события	Число лет
• Образование Вселенной	20 000 000 000
• Происхождение Земли	4 700 000 000
• Первые живые организмы	3 800 000 000
• Первые многоклеточные организмы	1 000 000 000 млрд.
• Первые позвоночные животные	500 000 000 млн.
• Первые наземные растения	400 000 000
• Первые млекопитающие	200 000 000
• Первые приматы	70 000 000
• Первые гоминоиды(человекообразные)	15 000 000
• Первые гоминиды	3 000 000
• Первые представители вида <i>Homo sapiens</i>	200 000 (2 млн. – 10 тыс.л. н)

Хронология планетарных событий (аллегория)

Временной масштаб:

5 млрд. лет = 12 месяцам, 1 день = 12,6 млн. лет, 1 час = 525 тыс. лет.

На такой шкале продолжительность антропогена (около 2 млн. лет) занимает лишь несколько часов, тогда события расположатся следующим образом.

- 1 января: образование Земли.
- 28 марта: появление первых бактерий.
- 12 декабря: время расцвета динозавров.
- 26 декабря: исчезновение динозавров.
- 31 декабря, 1 ч: появление общего предка обезьяны и человека.
- 31 декабря, 17 ч 30 мин.: появление гоминоидов – австралопитеков.
- 31 декабря, 23 ч 54 мин.: появление гоминидов – неандертальцев.
- 31 декабря, 23 ч 59 мин. 46 с: начало новой эры.
- 31 декабря, полночь: человек шагнул на Луну.



Положение Земли относительно Солнца

Ось вращения Земли отклонена от перпендикуляра к плоскости Земля-Солнце на $23,5^\circ$, из-за этого на планете сформировались климатические пояса, разные участки поверхности в разные сезоны года получают разное количество тепла. Четыре сезона определяются солнцестояниями — моменты, когда земная ось максимально наклонена по направлению к Солнцу либо от Солнца — и равноденствиями.

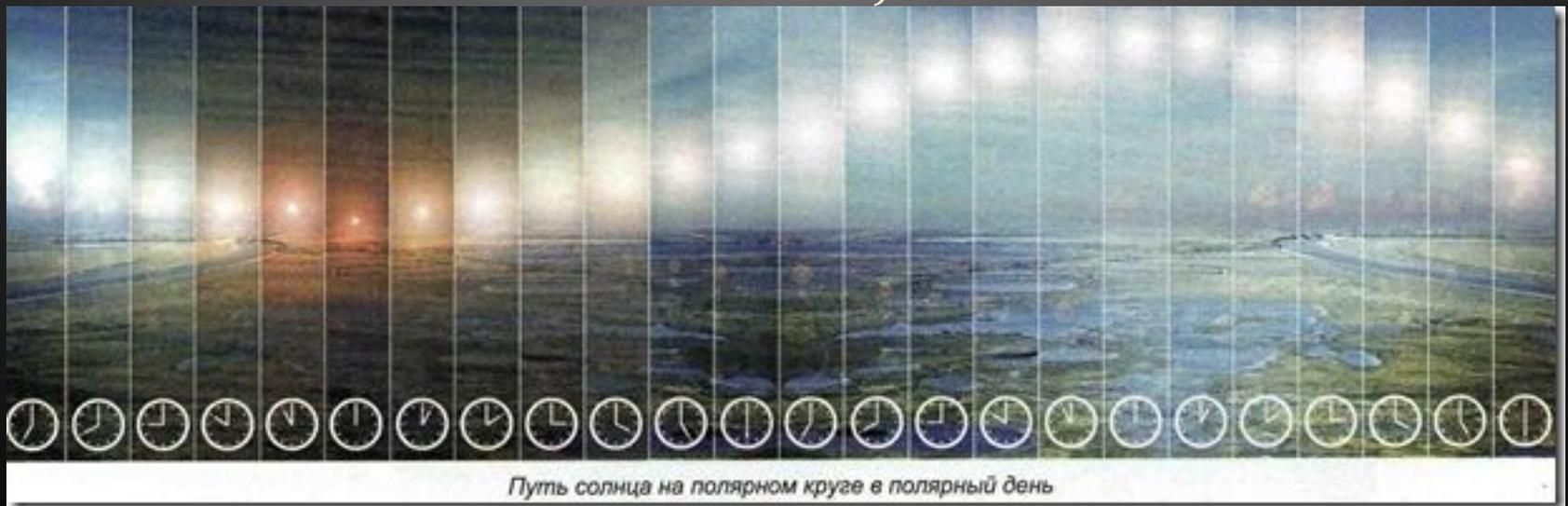
Солнцестояния	Равноденствия
Зимнее 22 декабря	весеннее 20 марта
Летнее 21 июня	осеннее 23 сентября

Полярный день

- это период, когда Солнце в высоких широтах больше суток не опускается за горизонт.
- Чем ближе от полярного круга к полюсу, тем длиннее полярный день. На полярных кругах солнце не заходит только в день солнцестояния.

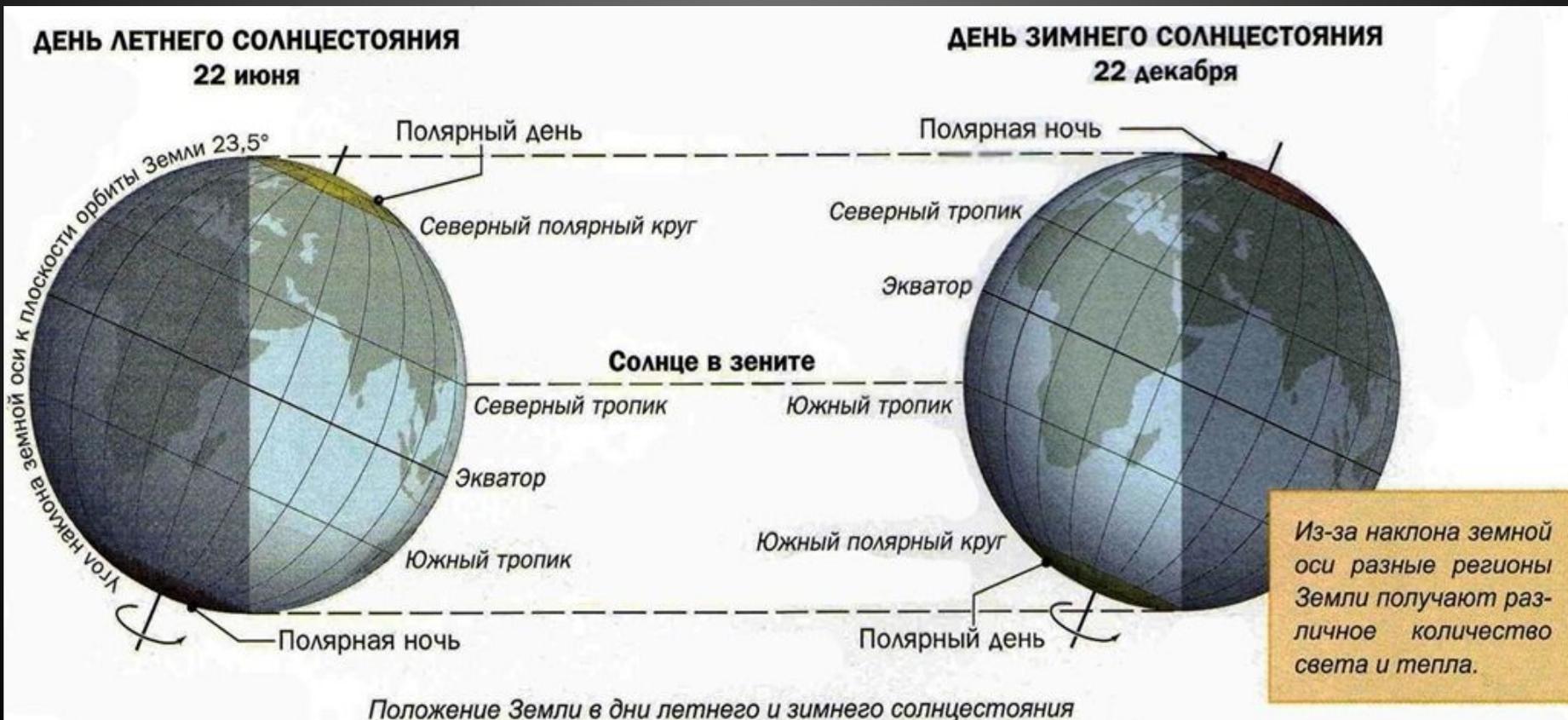
На полярном круге Солнце не заходит только в день солнцестояния, на 68° с.ш. полярный день длится около 40 суток, а на Северном полюсе - 189 суток.

На широте г.Мурманска продолжительность полярного дня составляет 62 суток (с 22 мая по 22 июля).



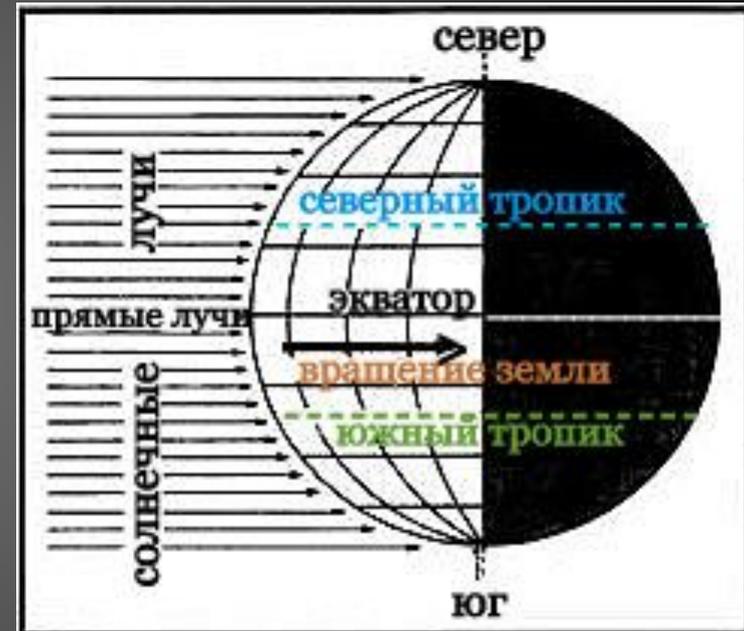
Причины разницы продолжительности

- Самая короткая полярная ночь (почти двое суток) наблюдается на широте Северного полярного круга, а самая длинная — на Южном полюсе, чуть менее шести месяцев.
- Причиной возникновения полярного дня и полярной ночи является что **угол наклона земной оси** (склонение эклиптики), который составляет примерно $23^{\circ}26'$.



Дни равноденствия

Лучи Солнца в любой момент могут освещать только одну половину земной поверхности. Солнечный свет одинаково достигает Северного и Южного полюсов только дважды в год – **23** сентября и **21** марта



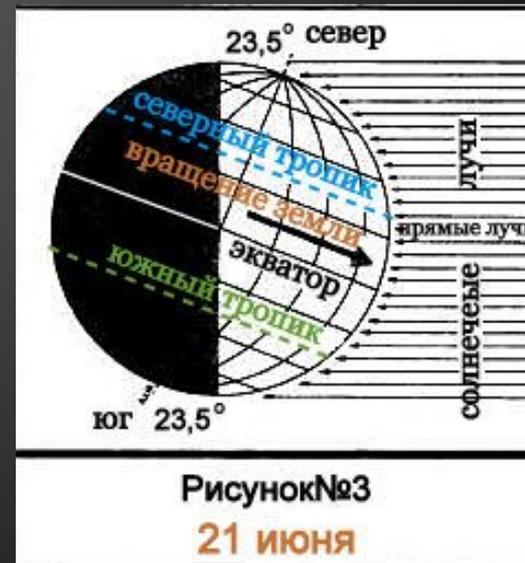
Дни солнцестояний

22 декабря лучи Солнца охватывают всю зону до Южного полярного круга и уходят из зоны Северного полярного круга на $23,5^\circ$ (рисунок 2). А 21 июня всё наоборот - лучи полностью уходят из области Южного полярного круга и освещают область Северного полярного круга. Теперь Южный полюс находится в темноте, а Северный полюс получает постоянный солнечный свет (рисунок 3). Это объясняет полугодовые день и ночь на Северном и Южном полюсах.

Когда свет падает непосредственно на Северный тропик ($23,5^\circ$ к северу от Экватора), день в Северном полушарии максимально длиннее, чем ночь (21 июня).

Когда свет падает непосредственно на Южный тропик ($23,5^\circ$ к югу от экватора), день в Северном полушарии максимально короче ночи (22 декабря).

22 декабря и **21** июня



ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ



Рисунок 1

Параллели (Широта)

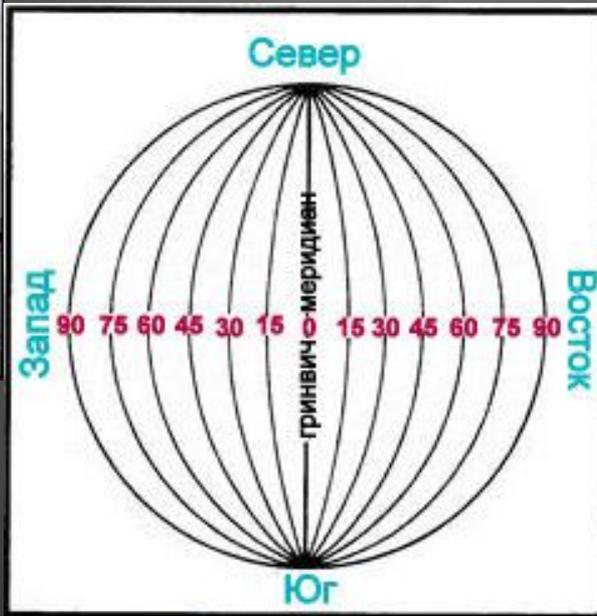
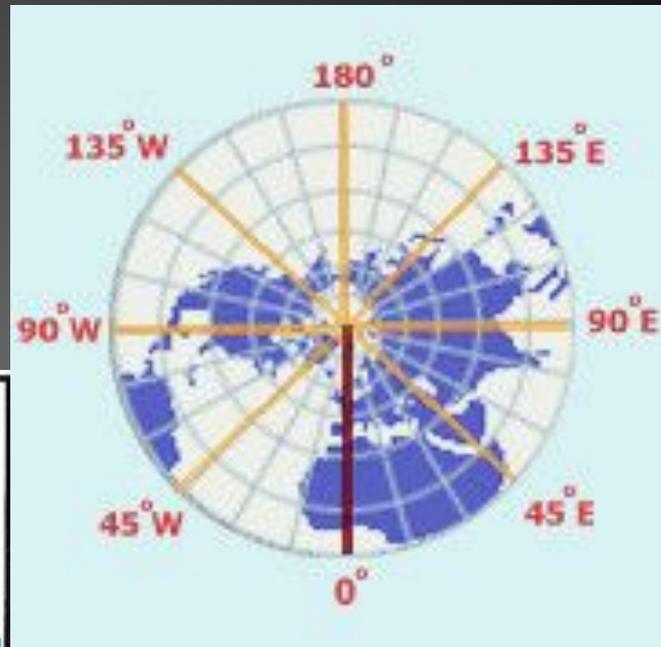


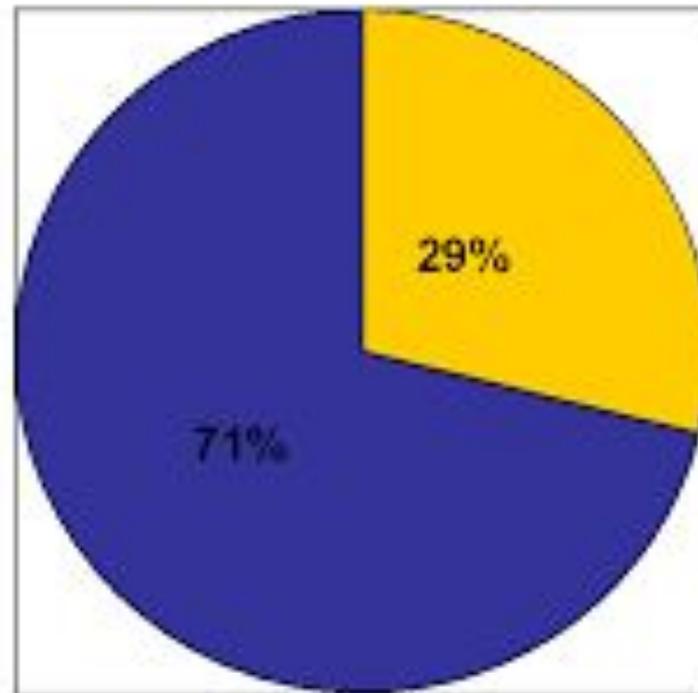
Рисунок 2

Меридианы (Долгота)

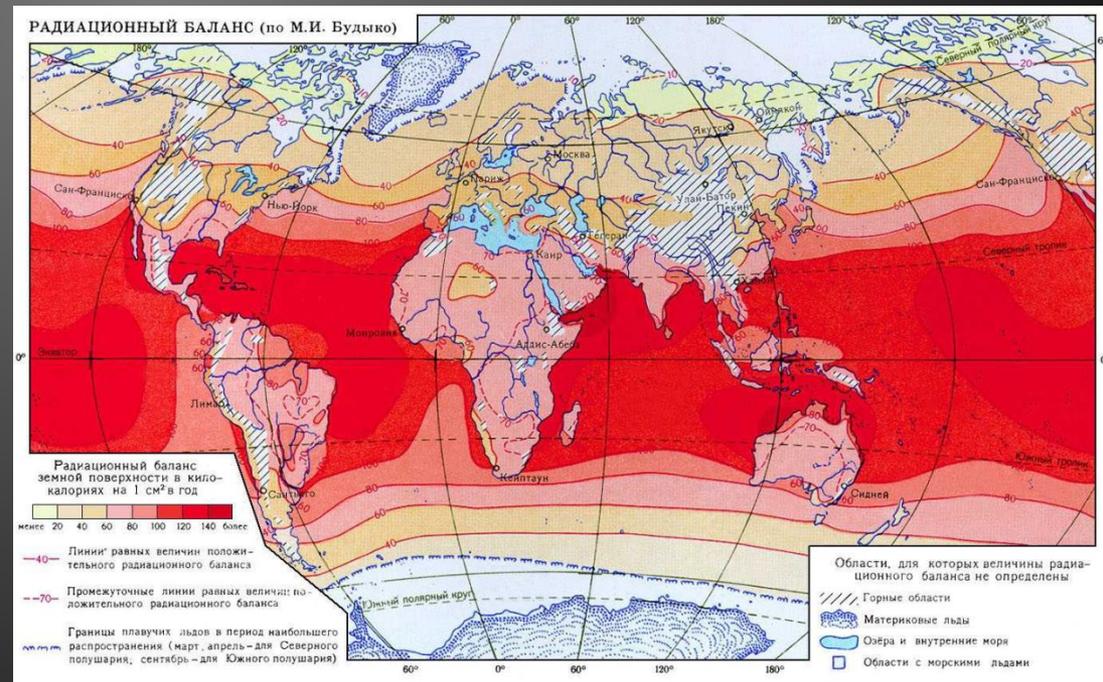
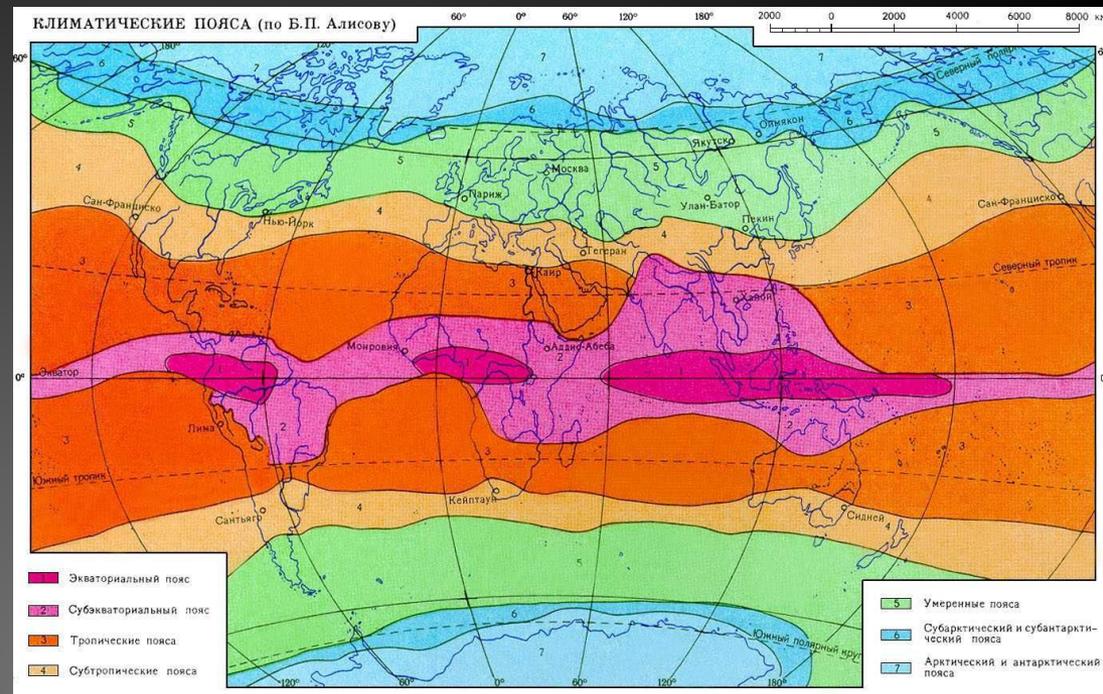


*Линия перемены
дат* – это встреча
восточных и западных
линий долготы в
Тихом океане

Соотношение поверхностей



Географические следствия планетарных характеристик Земли



СПАСИБО

ЗА ВНИМАНИЕ!