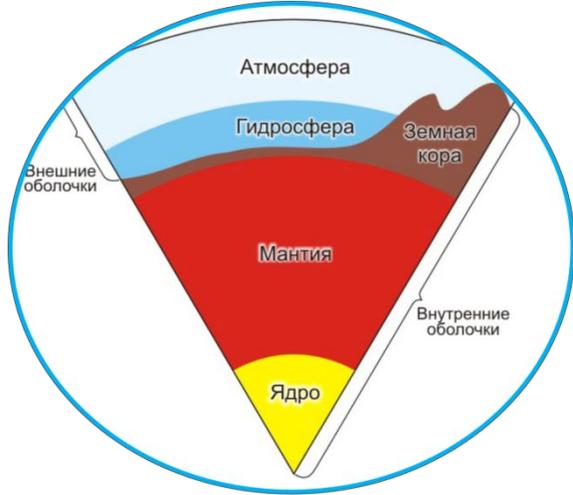


# Л2. Атмосфера, климат, погода

1. Понятие, границы, состав, строение, значение и охрана
2. Нагревание атмосферы
3. Вода в атмосфере
4. Погода
5. Климатообразующие факторы
6. Типы климатов



**Атмосфера** (от греч. *Atmos* - «пар» и *sphaira* - «шар») - газовая, воздушная оболочка Земли.

Атмосферой считают ту область вокруг Земли, в которой газовая среда вращается вместе с планетой как единое целое.

Атмосфера - область вокруг Земли, в которой газовая среда вращается вместе с Землёй как единое целое.

Граница между атмосферой и межпланетным пространством располагается в экзосфере, начинающейся на высоте около 700 км от поверхности Земли и может условно проводиться по высоте в 1300 км.

*По определению, предложенному Международной Авиационной Федерацией, граница атмосферы и космоса проводится по линии Кармана, расположенной на высоте около 100 км, где авиация становится полностью невозможной.*

*NASA использует в качестве границы атмосферы отметку в 122 километра; недавние эксперименты уточняют границу атмосферы Земли и ионосферы, как находящуюся на высоте 118 километров*

Совокупность разделов физики и химии, изучающих атмосферу - физика атмосферы.

Атмосфера определяет погоду на поверхности Земли, изучением погоды занимается метеорология, а длительными вариациями климата климатология.



М.В.  
Ломоносов

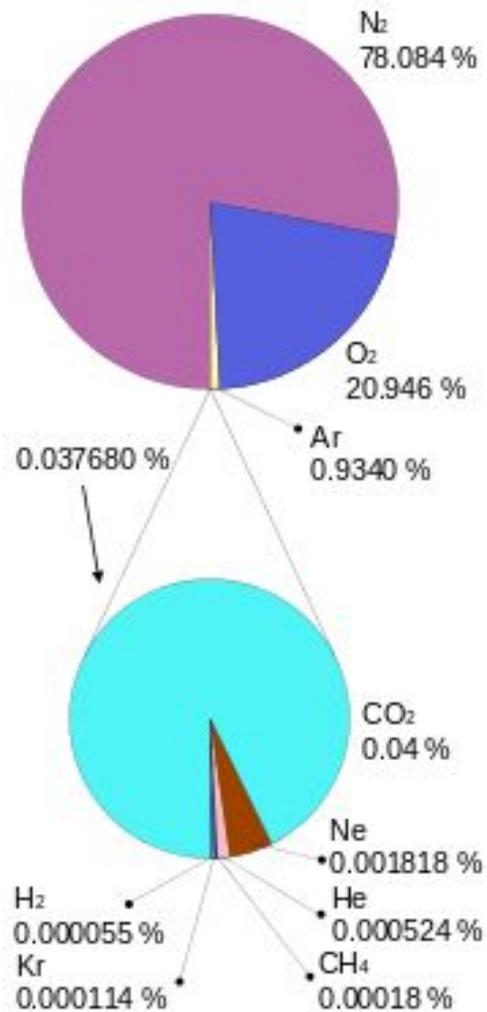


## Изучение атмосферы

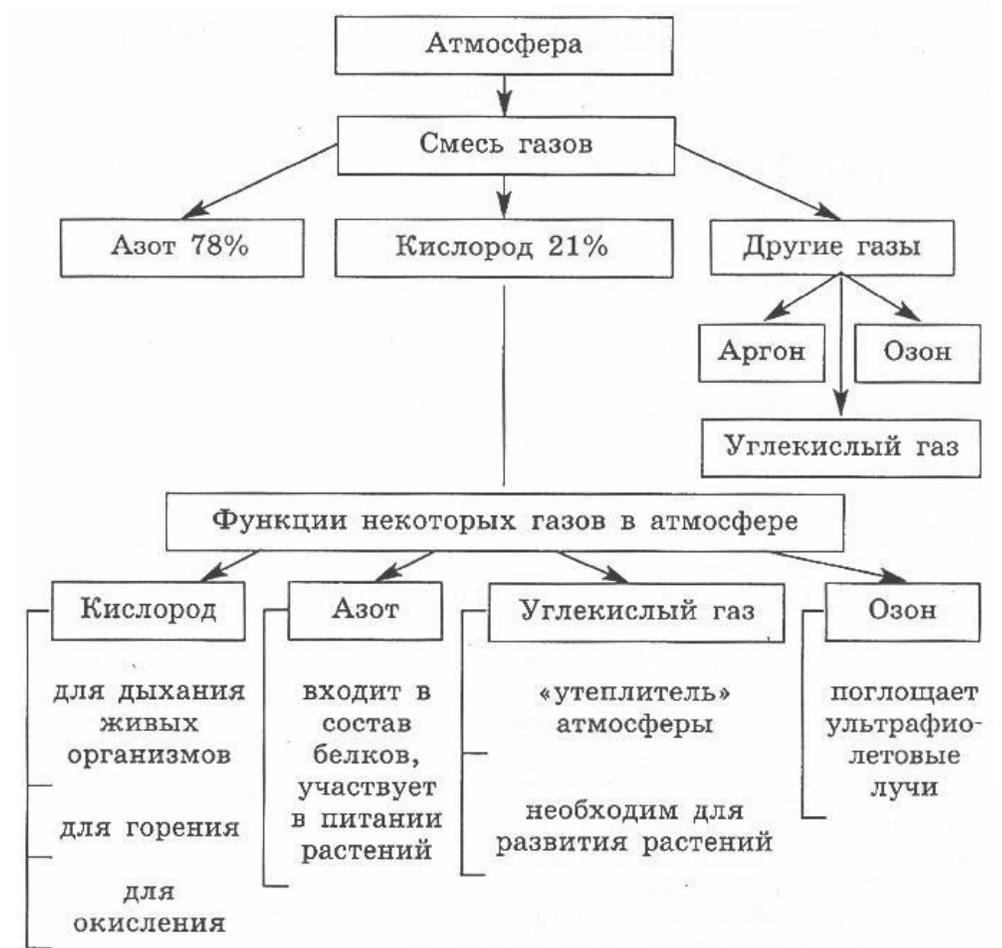
Изучение атмосферы осуществляет Всемирная метеорологическая организация, в которую входит и Россия.

- Наблюдения ведутся с поверхности Земли, воздушных шаров, искусственных спутников Земли. В атмосферу запускают радиозонды, метеорологические ракеты.
- Наука, изучающая атмосферу называется метеорология.
- Наука, составляющая прогноз погоды, называется синоптика.





Газ	Содержание по объёму, %	Содержание по массе, %
<a href="#">Азот</a>	78,084	75,50
<a href="#">Кислород</a>	20,946	23,10
<a href="#">Аргон</a>	0,932	1,286
<a href="#">Углекислый газ</a>	$3,95 \cdot 10^{-2}$	—
<a href="#">Неон</a>	$1,82 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
<a href="#">Гелий</a>	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$
<a href="#">Метан<sup>[6]</sup></a>	$1,7 \cdot 10^{-4}$	—
<a href="#">Криптон</a>	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
<a href="#">Водород</a>	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$
<a href="#">Ксенон</a>	$8,7 \cdot 10^{-6}$	—
<a href="#">Закись азота</a>	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$



В настоящее время атмосфера Земли состоит в основном из газов и различных примесей (пыль, капли воды, кристаллы льда, морские соли, продукты горения).

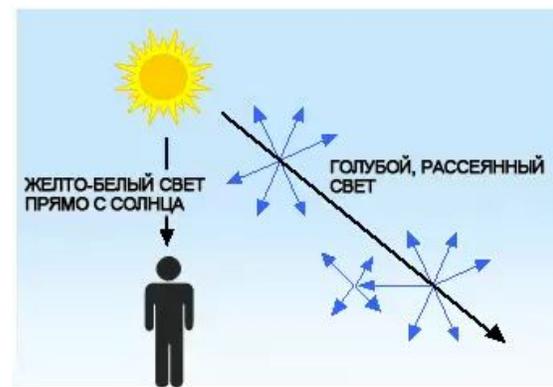
Концентрация газов, составляющих атмосферу, практически постоянна, исключением воды (H<sub>2</sub>O) и углекислого газа (CO<sub>2</sub>).



Безоблачные дневные небеса выглядят **синими**, потому что воздух, а точнее взвешенные частицы и флуктуации плотности в нем, рассеивают коротковолновый (синий) свет сильнее длинноволнового (красного).

Благодаря этому, если посмотреть на участок небес вне солнца, мы увидим голубой цвет — результат смешения большого количества синего и фиолетового цвета и малого количества других цветов.

Рассеянием света объясняется и **красный** цвет заката. Во время заката и рассвета световая волна проходит гораздо больший путь в атмосфере (по касательной к земной поверхности), нежели днём (по вертикали). Из-за этого большая часть синего и даже зелёного света уходит в стороны, в то время как прямой свет солнца, а также освещаемые им облака и небеса вблизи горизонта, окрашиваются в красные тона.



Суммарная масса воздуха в атмосфере — (5,1—5,3) · 10<sup>18</sup> кг. - 1/10000000 массы Земли

Половина массы атмосферы — в нижних 5 км;  
¾ - в 10 км.

=> с подъемом вверх масса воздуха и давление уменьшаются

# ЗНАЧЕНИЕ АТМОСФЕРЫ



Защита от вредных космических излучений



Защита от метеоритов



Условие для существования жизни



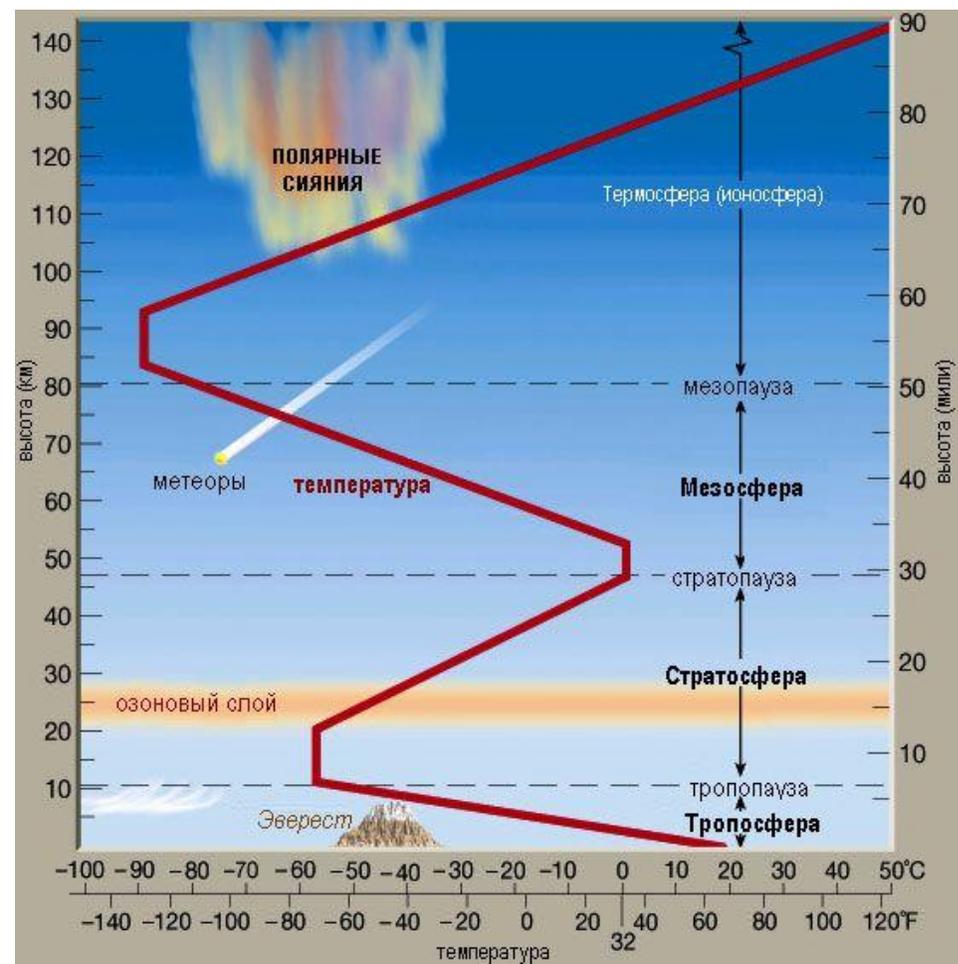
Образование осадков, ветра, звука



Выветривание горных пород



Защита от резких колебаний температур



Тропосфера содержит 4/5 кислорода всей Земли.  
 Тропосфера (др.-греч. *τρόπος* — «поворот», «изменение» и *σφαῖρα* — «шар») — нижний, наиболее изученный слой атмосферы, высотой в полярных областях 8—10 км, в умеренных широтах до 10—12 км, на экваторе — 16—18 км.

При подъёме в тропосфере температура понижается в среднем на 0,65 градуса через каждые 100 м.

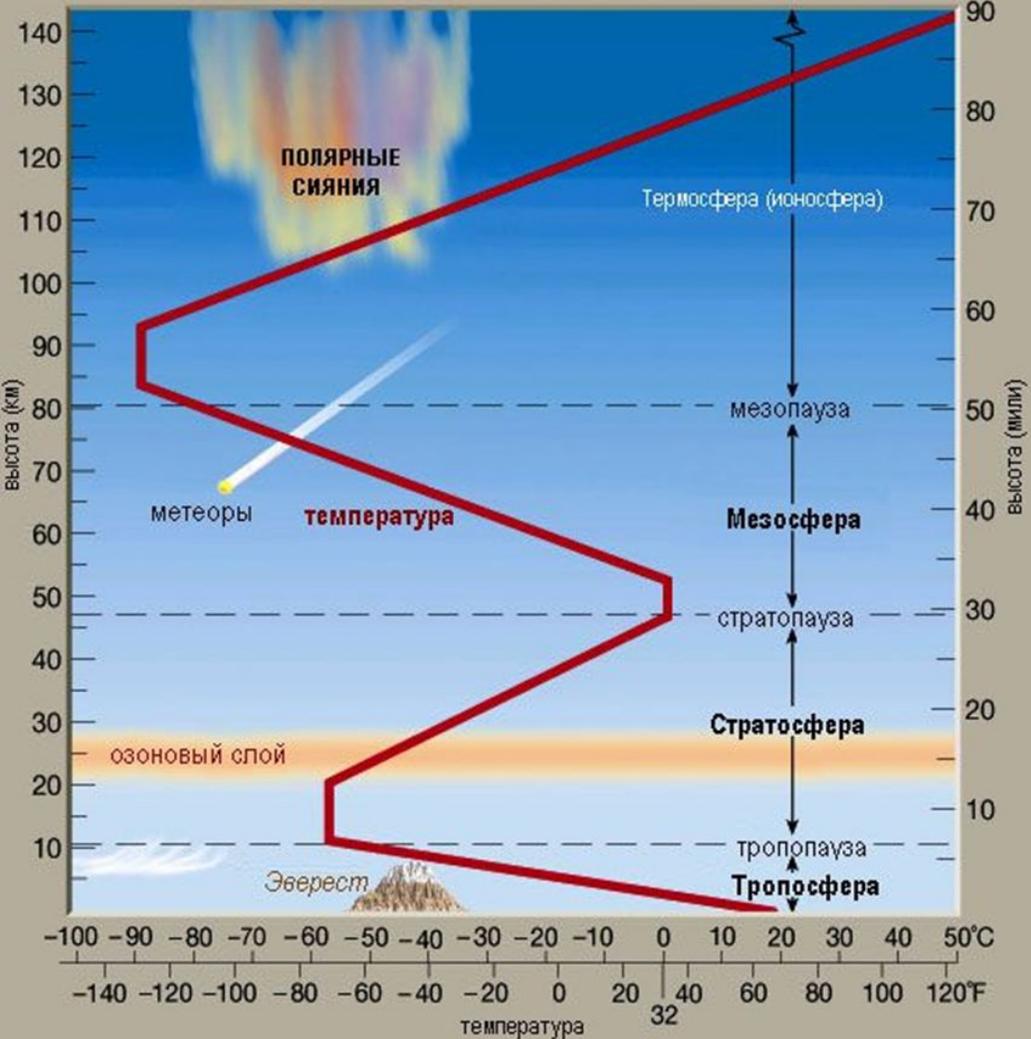
В тропосфере сосредоточено более 80 % всей массы атмосферного воздуха, сильно развиты турбулентность и конвекция, сосредоточена преобладающая часть водяного пара, возникают облака, формируются и атмосферные фронты, развиваются циклоны и антициклоны, другие процессы, определяющие погоду и климат.

Часть тропосферы, в пределах которой на земной поверхности возможно зарождение ледников, называется хиносфера

Тропопауза (от греч. *τροπος* — поворот, изменение и *παῖσις* — остановка, прекращение) — слой атмосферы, в котором происходит резкое снижение вертикального температурного градиента, переходный слой между тропосферой и стратосферой.

В тропосфере температура воздуха уменьшается с высотой примерно на 0,5—0,7 °С на 100 м.

В 1902 году Леон Тейсерен де Бор обнаружил, что на некоторой высоте температура воздуха перестает понижаться и далее, с увеличением высоты, начинает повышаться. Он назвал эту границу «тропопаузой», и изобрел термины «стратосфера» — для атмосферы, которая находится выше границы, и «тропосфера» — для нижнего слоя



Стратосфера (от лат. stratum — настил, слой) — слой атмосферы, располагающийся на высоте от 11 до 50 км. Характерно незначительное изменение температуры в слое 11—25 км (нижний слой стратосферы) и повышение её в слое 25—40 км от  $-56,5$  до  $0,8$  °C (верхний слой стратосферы или область инверсии). Достигнув на высоте около 40 км значения около 273 K (почти 0 °C), температура остаётся постоянной до высоты около 55 км.

Озоновый экран - на высоте от 15—20 до 55—60 км -верхний предел жизни в биосфере.

В стратосфере задерживается большая часть коротковолновой части ультрафиолетового излучения (180—200 нм) и происходит трансформация энергии коротких волн. Под влиянием этих лучей изменяются магнитные поля, распадаются молекулы, происходит ионизация, новообразование газов и других химических соединений. Эти процессы можно наблюдать в виде северных сияний, зарниц и других свечений.

В стратосфере и более высоких слоях под воздействием солнечной радиации молекулы газов диссоциируют — на атомы (выше 80 км диссоциируют CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>, выше 150 км — O<sub>2</sub>, выше 300 км — N<sub>2</sub>). На высоте 200—500 км в ионосфере происходит также ионизация газов, на высоте 320 км концентрация заряженных частиц (O<sup>+2</sup>, O<sup>-2</sup>, N<sup>+2</sup>)

В стратосфере почти нет водяного пара.

Стратопáуза — слой атмосферы на высоте 50 — 55 км над уровнем моря , являющийся пограничным между двумя слоями, стратосферой и мезосферой. В стратосфере температура повышается с увеличением высоты, а стратопáуза является слоем, где температура достигает максимума. Температура стратопáузы — около 0 °C.

**Мезосфера** (от греч. *μεσο-* — «средний» и *σφαῖρα* — «шар», «сфера») — слой атмосферы на высотах от 40—50 до 80—90 км.

Характеризуется понижением температуры с высотой; максимум (0°C) температуры расположен на нижней границе, после чего температура начинает убывать до -70° или -80°C вблизи мезопаузы - переходного слоя к термосфере.

Газовый состав мезосферы, как и расположенных ниже атмосферных слоев, постояен и содержит около 80 % азота и 20 % кислорода.

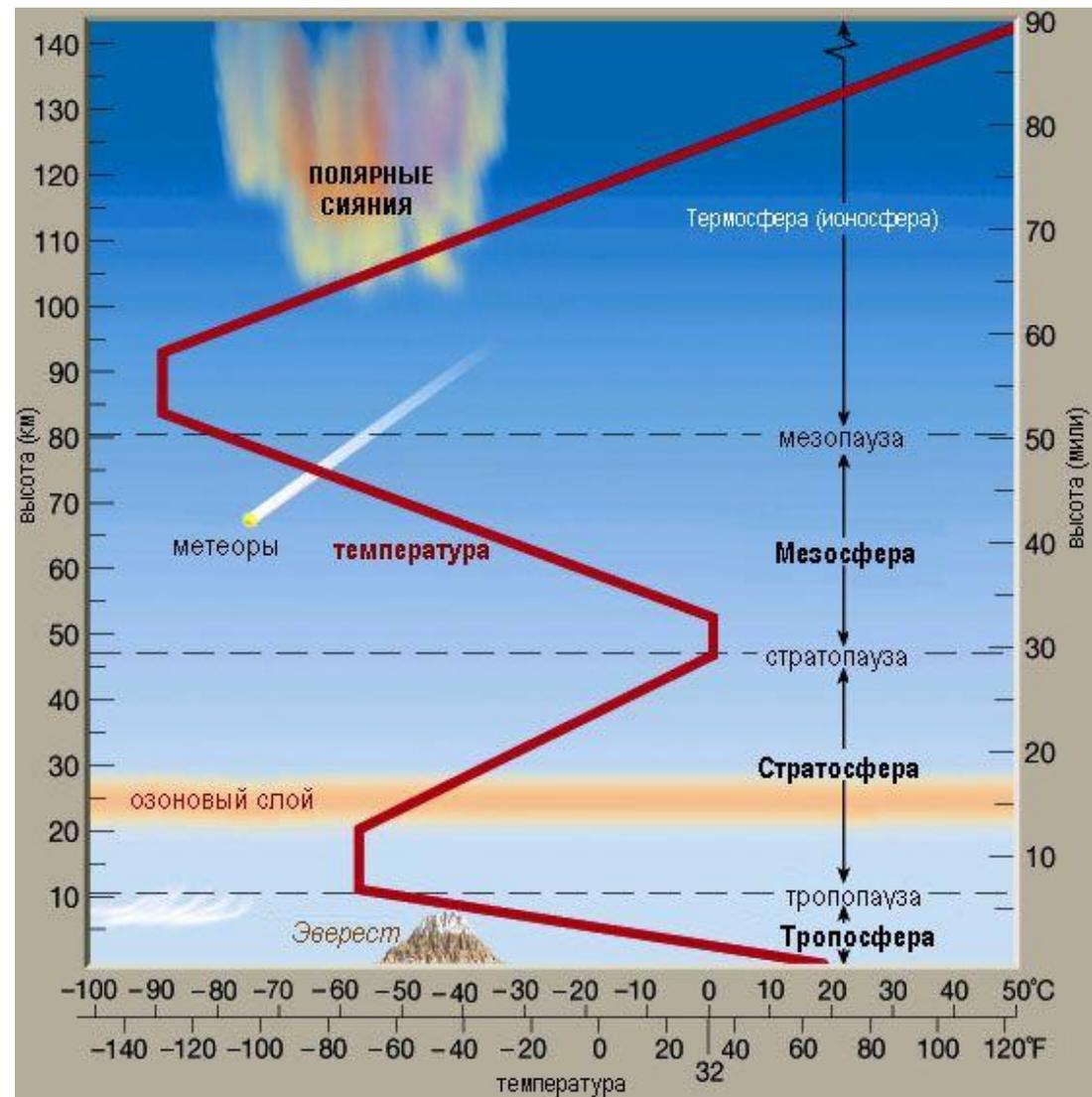
Метеоры начинают светиться и, как правило, полностью сгорают в мезосфере.

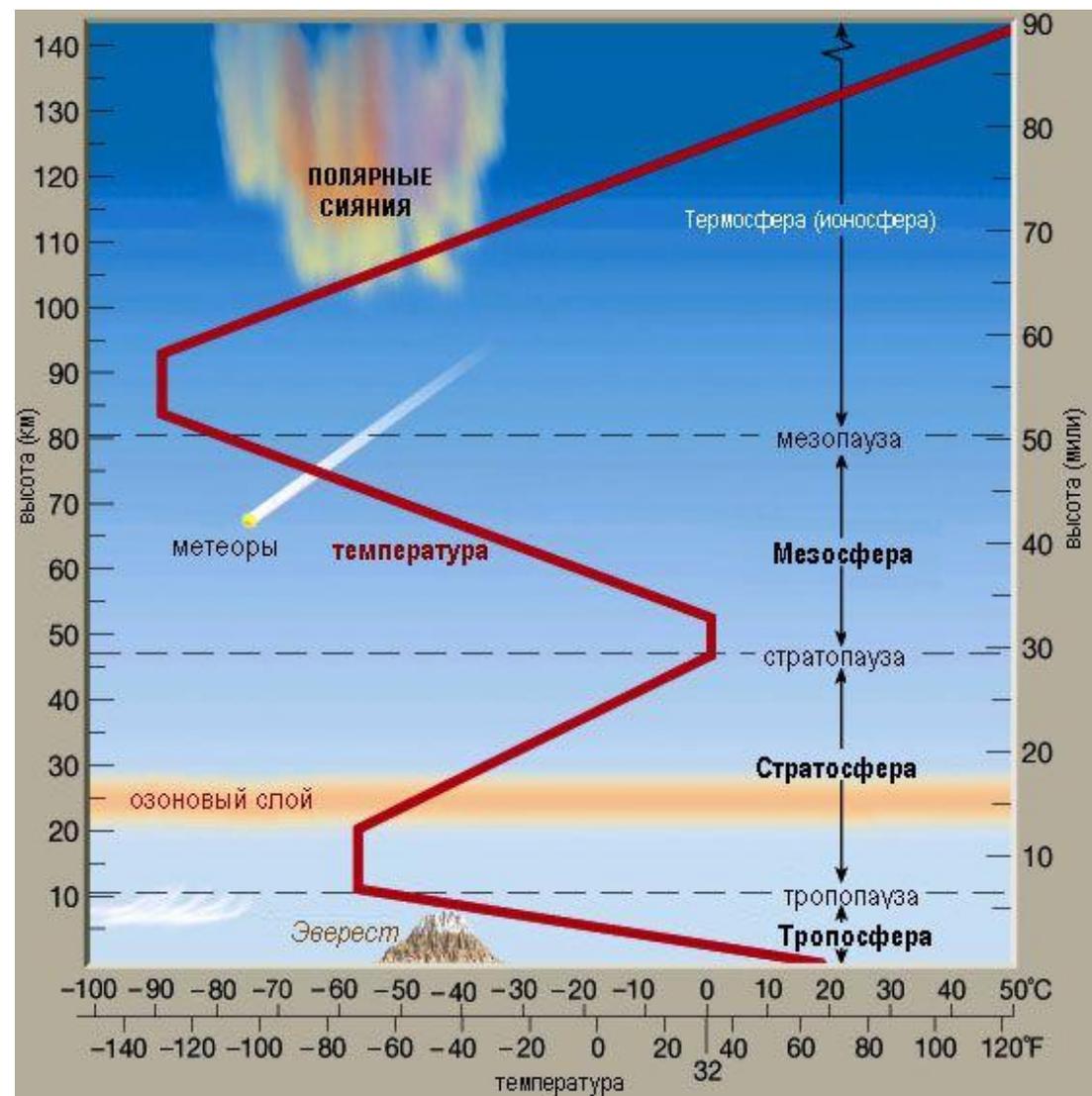
Летом в средних и высоких широтах на высотах 78-94 км из-за чрезвычайно низкой температуры воздуха иногда возникают серебристые облака.

**Мезопауза** — слой атмосферы, разделяющий мезосферу и термосферу. На Земле располагается на высоте 80—90 км над уровнем моря.

В мезопаузе находится температурный минимум, который составляет около -100 °С. Ниже (начиная от высоты около 50 км) температура падает с высотой, выше (до высоты около 400 км) — снова растёт. Мезопауза совпадает с нижней границей области активного поглощения рентгеновского и наиболее коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца. На этой высоте наблюдаются серебристые облака.

Мезопауза есть не только на Земле, но и на других планетах, имеющих атмосферу.

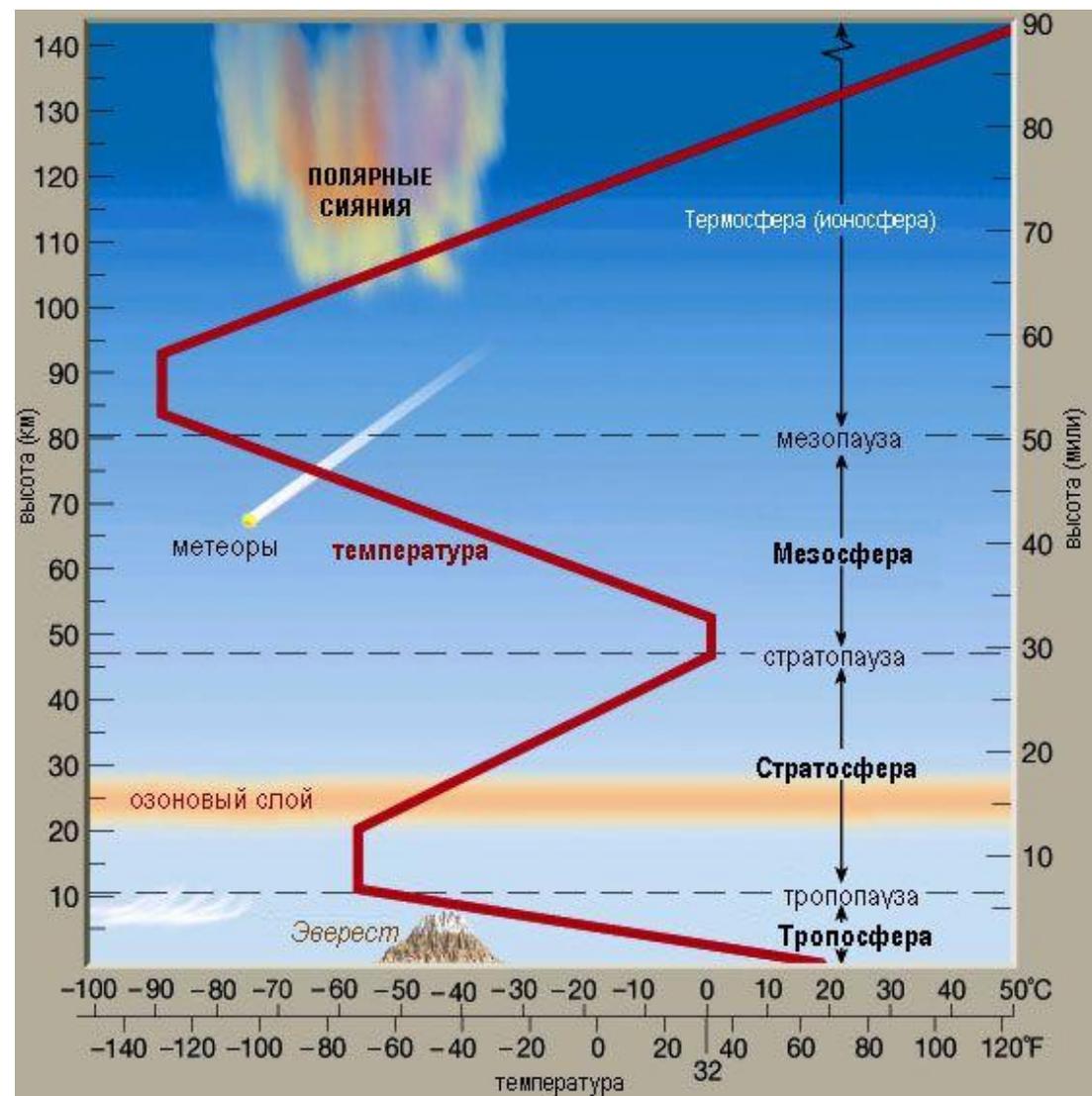




Термосфэра (от греч. θερμός — «тёплый» и σφαῖρα — «шар», «сфера») — слой атмосферы, следующий за мезосферой.

Начинается на высоте 80—90 км и простирается до 800 км. од действием ультрафиолетовой и рентгеновской солнечной радиации и космического излучения происходит ионизация воздуха — основные области ионосферы лежат внутри термосферы. На высотах свыше 300 км преобладает атомарный кислород

Термопауза (греч. νέρμη — и παύσις — прекращение) — верхний слой атмосферы планеты, расположенный над термосферой, характеризующийся переходом к постоянной температуре (с увеличением расстояния от планеты). Выше расположена экзосфера.



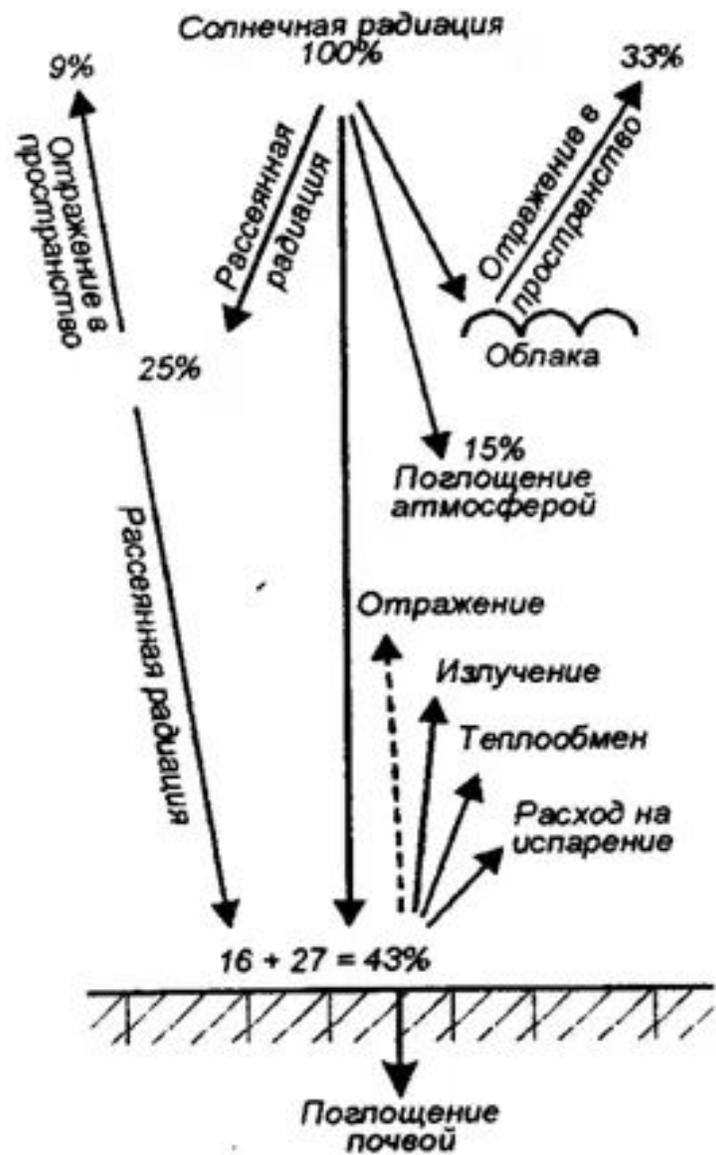
Экзосфэра (от др.-греч. ἔξω — «снаружи», «вне» и σφαῖρα — «шар», «сфера») — самая внешняя часть верхней атмосферы Земли и планет, характеризующаяся низкой концентрацией нейтральных атомов.

Протяжённую экзосферу планеты часто называют короной; она состоит из атомов водорода, «улетучивающихся» из верхней атмосферы. Корона Земли (геокоорона) распространяется вплоть до высот порядка 100 тыс. км

Экзосфера Земли состоит из ионизированного газа (плазмы). Нижняя и средняя части экзосферы в основном состоят из атомов O и N, с увеличением же высоты быстро растёт относительная концентрация лёгких газов, особенно ионизированного водорода.

Название слоя	Высота верхней границы	Характеристика слоя
<b>Тропосфера</b>	8—10 км в полярных, 10—12 км в умеренных и 16—18 км в тропических широтах; зимой ниже, чем летом	Нижний основной слой атмосферы. Содержит более 80% всей массы атмосферного воздуха и около 90% всего имеющегося в атмосфере водяного пара. В тропосфере сильно развиты турбулентность и конвекция, возникают облака, развиваются циклоны и антициклоны. Температура убывает с ростом высоты, со средним вертикальным градиентом $0,65^\circ/100\text{ м}$
<b>Тропопауза</b>	—	Переходной слой между тропосферой и стратосферой; толщина колеблется от нескольких сотен метров до 1-2 км. Зимой тропопауза ниже, чем летом; кроме того, высота тропопаузы колеблется при прохождении циклонов и антициклонов. Средняя температура над полюсом зимой около $-65^\circ\text{C}$ , летом около $-45^\circ\text{C}$ ; над экватором весь год около $-70^\circ\text{C}$ и ниже
<b>Стратосфера</b>	50-55 км	Температура с ростом высоты возрастает до уровня $0^\circ\text{C}$ . Малая турбулентность, ничтожное содержание водяного пара, повышенное по сравнению с ниже- и вышележащими слоями содержание озона (максимальная концентрация озона на высотах 20-25 км)
<b>Стратопауза</b>	—	Пограничный слой атмосферы между стратосферой и мезосферой. В вертикальном распределении температуры имеет место максимум (около $0^\circ\text{C}$ )
<b>Мезосфера</b>	80—85км	Температура с высотой понижается со средним вертикальным градиентом $(0,25-0,3)^\circ/100\text{ м}$ . Основным энергетическим процессом является лучистый теплообмен. Сложные фотохимические процессы с участием свободных радикалов, колебательно возбуждённых молекул и т. д. обуславливают свечение атмосферы
<b>Мезопауза</b>	—	Переходной слой между мезосферой и термосферой. В вертикальном распределении температуры имеет место минимум (около $-90^\circ\text{C}$ )

<b>Линия Кармана</b>	100 км. над уровнем моря	Высота над уровнем моря, которая условно принимается в качестве границы между атмосферой Земли и космосом. В соответствии с определением Международной авиационной федерации.
<b>Термосфера</b>	Ок. 800 км	Температура растёт до высот 200 — 300 км, где достигает значений порядка 1500 К, после чего остаётся почти постоянной до больших высот. Под действием ультрафиолетовой и рентгеновской солнечной радиации и космического излучения происходит ионизация воздуха — основные области ионосферы лежат внутри термосферы. На высотах свыше 300 км преобладает атомарный кислород
<b>Термопауза</b>	—	Область атмосферы, прилегающая сверху к термосфере. В этой области поглощение солнечного излучения незначительно и температура фактически не меняется с высотой.
<b>Экзосфера (сфера рассеяния)</b>	—	Внешний слой атмосферы, из которого, быстро движущиеся лёгкие атомы водорода могут вылетать (ускользнуть) в космическое пространство. Температура достигает уровня более 3000 К. На больших расстояниях от Земли (2 - 3 тыс. км и более) нейтральную экзосферу образуют почти исключительно атомы водорода, на более низких высотах заметную долю составляют атомы гелия, а ещё ниже — также и атомы кислорода



## Нагревание воздуха

Солнечное  
излучение



Нагревание  
Земной  
поверхности



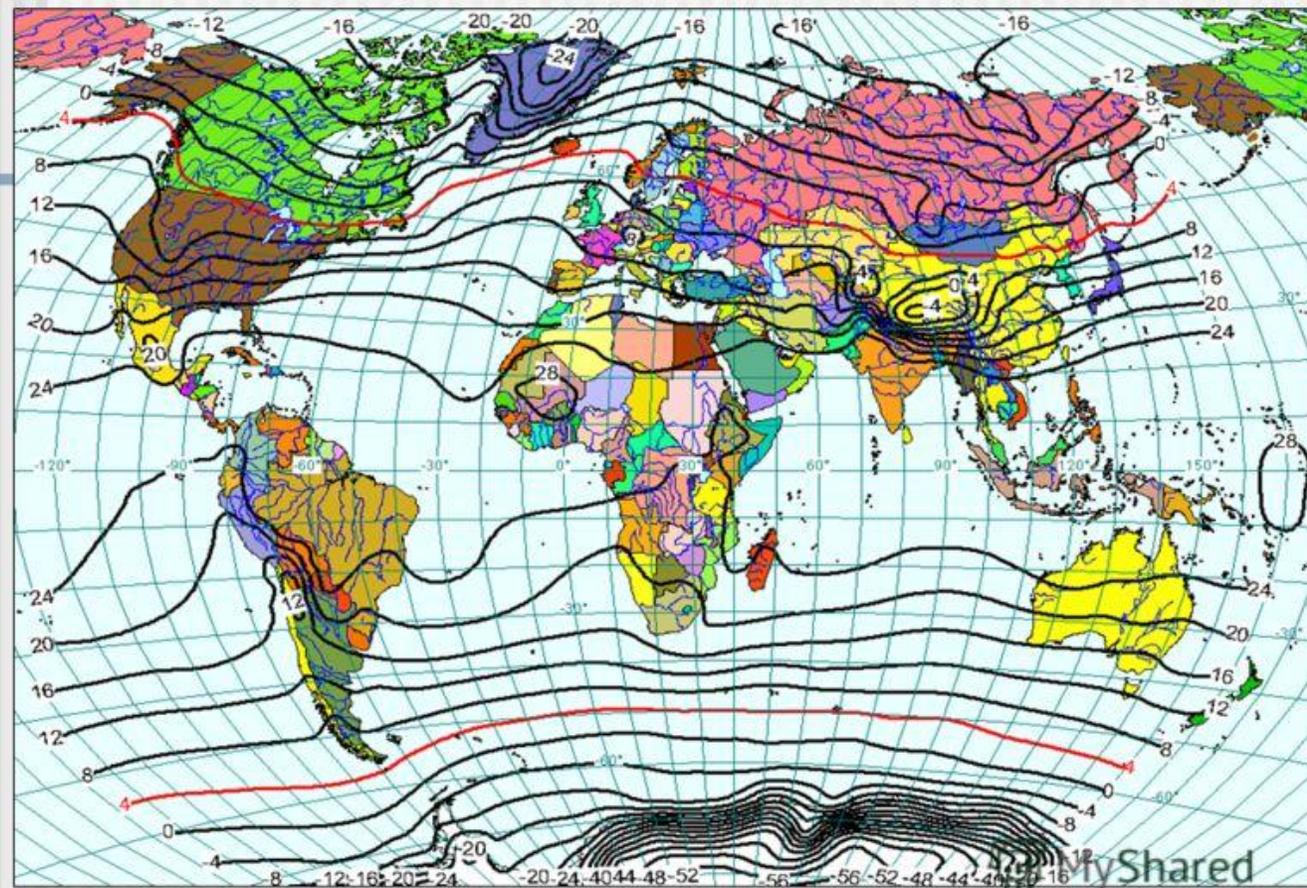
Нагревание  
приземного  
слоя воздуха  
от земной  
поверхности

На каждый километр высоты, температура  
воздуха понижается на 6 градусов!

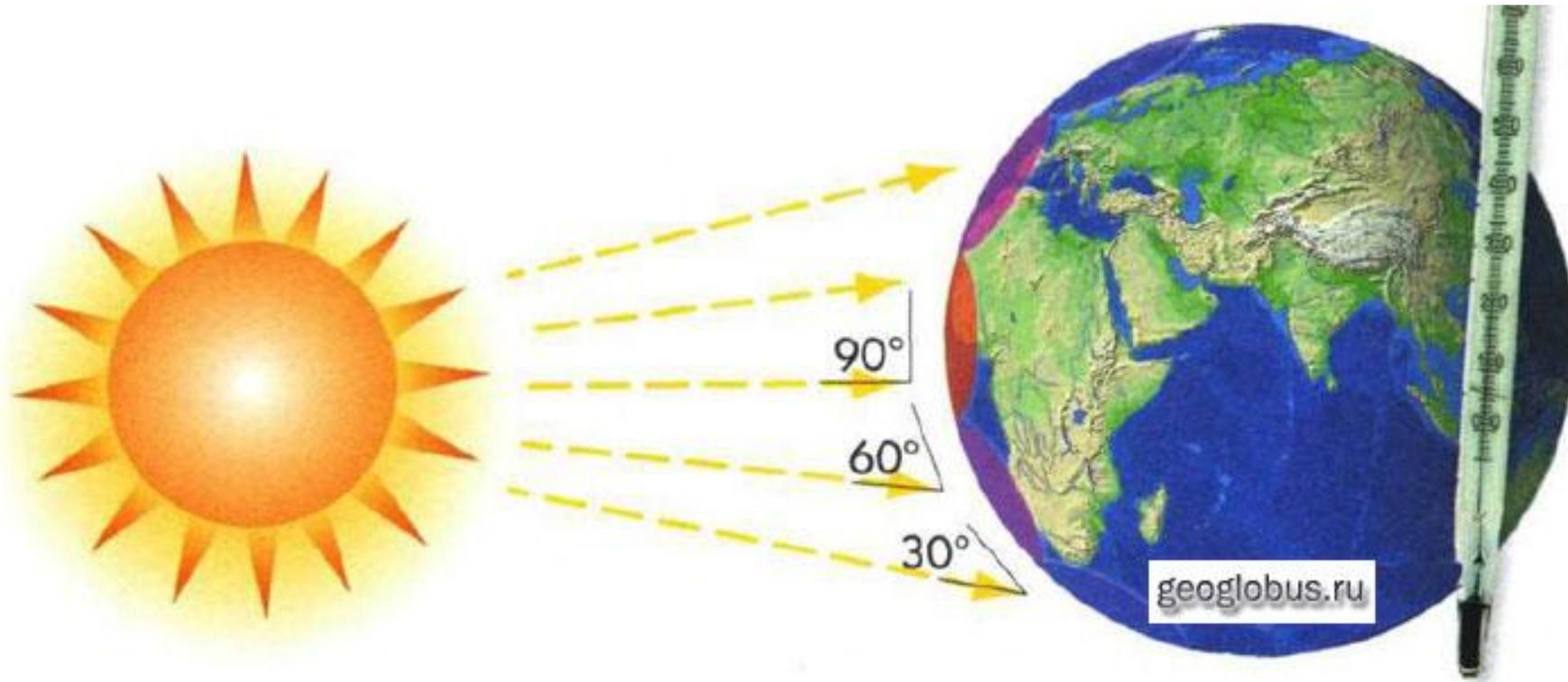


Константинова Т.В. caltha@list.ru

## Изотермы среднегодовых температур



НИЛ Глобальных проблем энергетики МАИ



**Интенсивность нагрева поверхности Земли в зависимости от падения солнечных лучей**

-  — области, где солнечные лучи сильно нагревают поверхность Земли
-  — области, где солнечные лучи нагревают поверхность Земли слабее
-  — области, где солнечные лучи почти не нагревают Землю

**Изотерма** — линия на географической карте, соединяющая точки с одинаковой температурой.

### 1. Понижение температуры:

- в экваториально-тропических широтах понижение температуры воздуха по мере удаления от экватора происходит медленно,
- в умеренных — довольно быстро (наибольшим изменениям в пределах 40—50° широты).
- в приполярных широтах — вновь медленно.

### 2. Температура полушарий

- все параллели северного полушария теплее аналогичных параллелей южного полушария.
- самые высокие годовые температуры (26—27 °С) наблюдаются не на экваторе, а на 10° с. ш. — Термический экватор Земли. (южном полушарии большую площадь занимает океан, следовательно, и больше теплоты затрачивается на испарение + значительное охлаждающее влияние на южное полушарие оказывает материк Антарктида, покрытый льдами)

### 3. Вид изотрем

- изотермы не совпадают с параллелями, хотя солнечная радиация распределяется зонально. (Такое отклонение изотерм от параллелей почти до меридионального направления вдоль побережий вызвано неодинаковыми условиями нагревания и охлаждения суши и моря, влиянием теплых и холодных течений в сочетании с господствующими ветрами.)

**Годовая амплитуда температур** - разность среднемесячных температур самого теплого и самого холодного месяцев

**Суточная амплитуда температур** - разность между самой высокой и самой низкой температурой воздуха в течение суток

*И та и другая амплитуды температур меньше на побережьях в морском климате и больше во внутренних частях материков в континентальном и особенно резко континентальном климате.*

По времени наступления максимальных и минимальных среднемесячных температур воздуха в течение года различают четыре основных типа годового хода температур.

Первый — экваториальный тип: температуры весь год ровные с двумя небольшими максимумами (27—28 °С) после дней равнодействия (апрель, октябрь) и двумя небольшими минимумами (24—25 °С) после дней солнцестояния (июль, январь).

Второй - тропический тип; для него характерны один максимум (более 30 °С) и один минимум (около 20 °С) температур воздуха.

Третий - умеренный тип; характерны один максимум и один минимум температур в течение года, причем температуры качественно различные, как положительные, так и отрицательные; хорошо выражены четыре сезона года.

Четвертый — полярный тип; типичны один максимум и один минимум температур, причем они в год или почти весь год отрицательные.

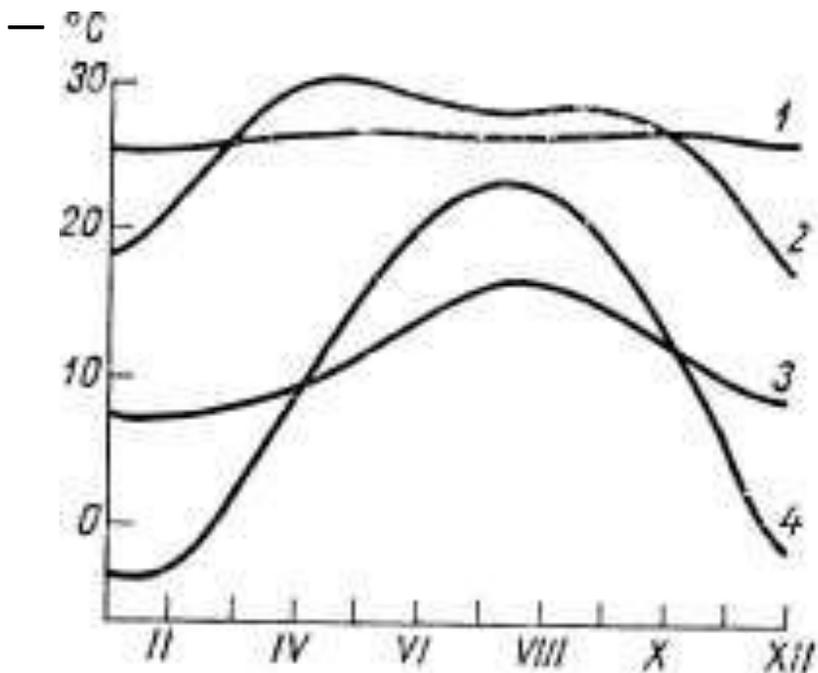
## Типы годового хода температуры воздуха

**1) экваториальный** — с небольшой годовой амплитудой (над океанами нередко меньше  $1^\circ$  и над материками  $5-10^\circ$ ), двумя максимумами после равноденствий и двумя минимумами после солнцестояний;

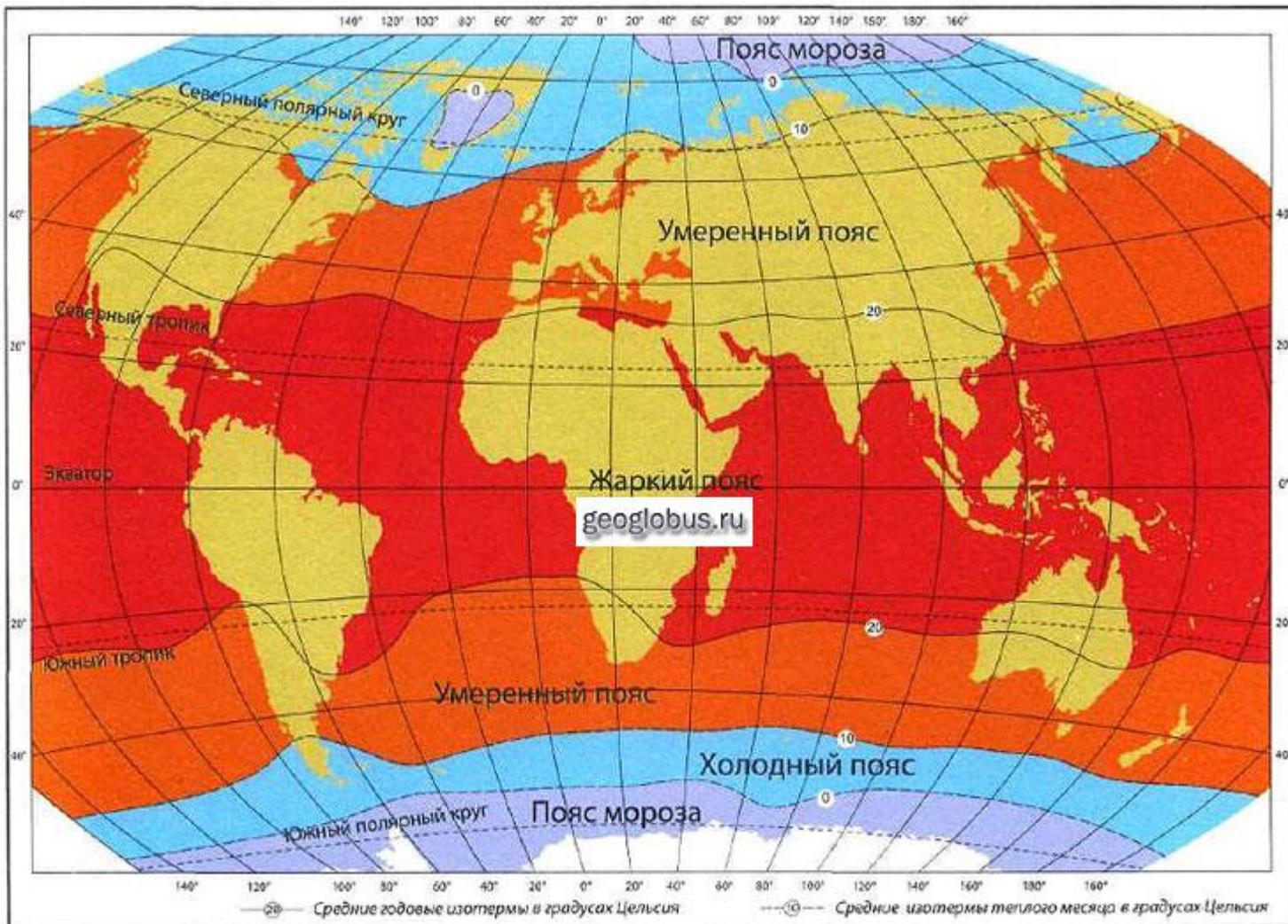
**2) тропический** — с амплитудой порядка  $5^\circ$  над океанами и  $20^\circ$  над сушей, максимумом после летнего и минимумом после зимнего солнцестояния;

**3) умеренного пояса** — с максимумом (в северном полушарии) в июле или августе и минимумом в январе или феврале (в морском климате позже, чем в континентальном), большой амплитудой, достигающей внутри материков  $60^\circ$  и более. Этот тип делится на подтипы: субтропический, собственно умеренный и субполярный;

**4) полярный** — с очень большой, даже и в морских пунктах, годовой амплитудой, максимумом в июле времени появления солнца.



Некоторые типы годового хода температуры воздуха. 1 — экваториальный (Джакарта), 2 — тропический в области муссонов (Калькутта), 3 — морской в умеренном поясе (Силли, Шотландия), 4 — континентальный в умеренном поясе (Чикаго).



Два умеренных пояса ограничены со стороны экватора годовой изотермой  $-20^{\circ}\text{C}$ , со стороны полюсов  $+10^{\circ}\text{C}$  самого теплого месяца, которая совпадает примерно с границей тундры и леса.

Жаркий пояс ограничен с обеих сторон годовыми изотермами  $+20^{\circ}\text{C}$ . Эти изотермы оконтуривают на суше ареал распространения дикорастущих плодоносящих пальм, в океанах коралловых построек.

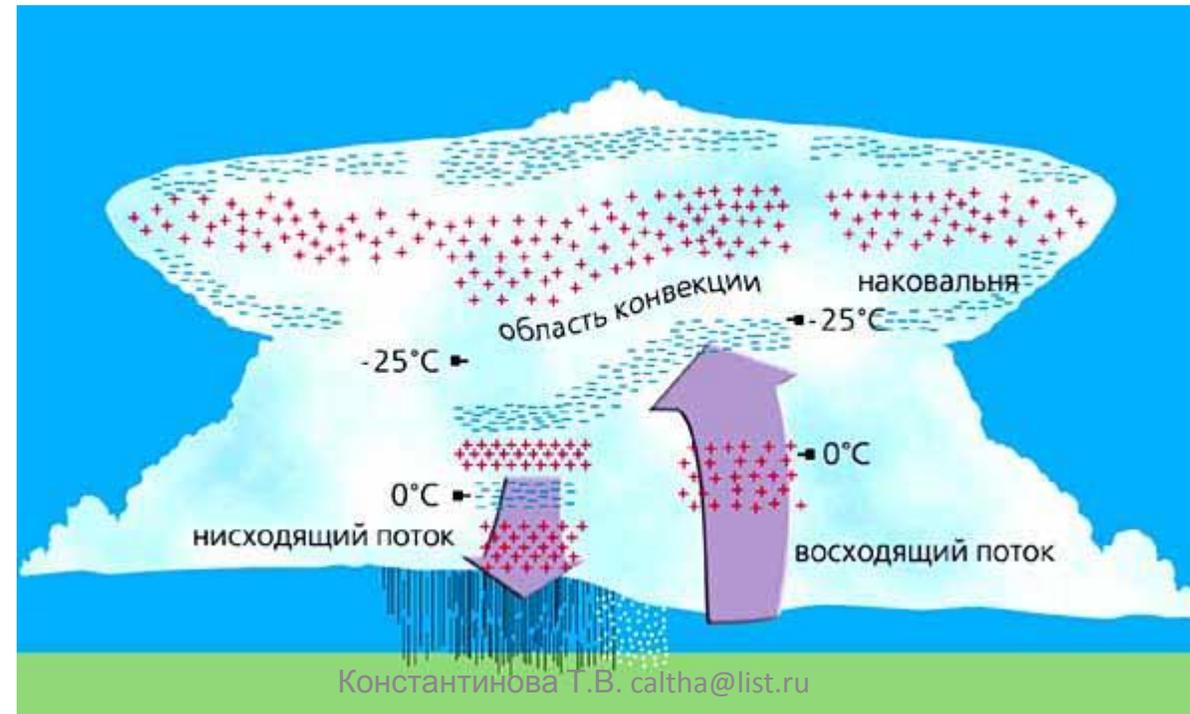
Два холодных пояса лежат между изотермами  $+10^{\circ}$  и  $0^{\circ}\text{C}$  самого теплого месяца. На суше это зоны тундры.

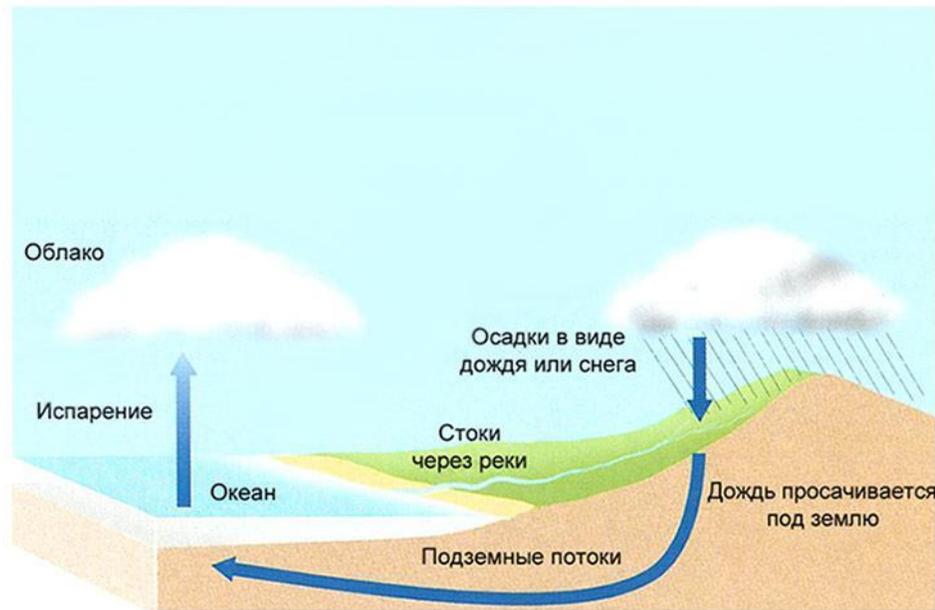
Две области вечного мороза оконтуриваются изотермой  $0^{\circ}\text{C}$  самого теплого месяца. Это царство вечных

# Вода в атмосфере.

- Вода, входящая в состав воздуха, находится в нём в газообразном, жидком и твёрдом состояниях.
- Она попадает в воздух в основном за счёт испарения с поверхности океанов и суши, а также за счёт растений.
- Испарению способствует температура, отчасти ветер.
- Приземные слои воздуха, обогащенные водяным паром, поднимаются вверх. Поднимающегося воздуха становится холодным, происходит конденсация водяного пара, образуются облака.

Испарение и  
конденсация  
воды в  
атмосфере





Круговорот воды между земной поверхностью и атмосферой

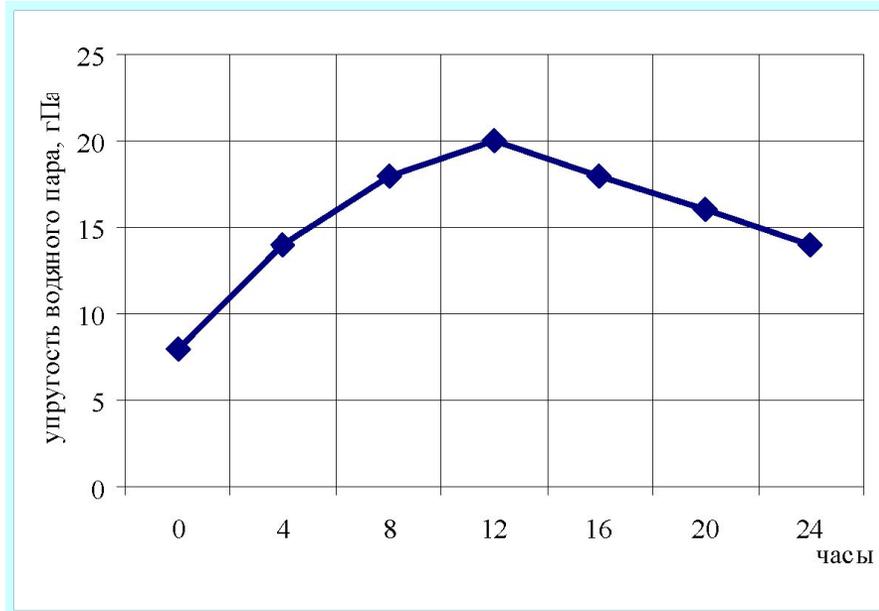
- Облака состоят из капель воды, или кристаллов льда, или тех и других.
- Пока они малы и легки, их поддерживают восходящие потоки воздуха.
- Укрупняясь, они выпадают на землю в виде осадков: дождя, снега, града и т. д.
- Так происходит непрерывный круговорот воды между земной поверхностью и атмосферой.

- \* *Количество выпадающих осадков зависит от влажности воздуха, т. е. содержания в нём водяного пара. Она характеризуется несколькими величинами.*
- \* *Абсолютная влажность воздуха  $a$  - это количество водяного пара в граммах, содержащегося в  $1 \text{ м}^3$  воздуха.*
- \* *Максимальная влажность воздуха  $E$  - наибольшее количество водяного пара, которое может содержаться в  $1 \text{ м}^3$  воздуха при данной температуре.*
- \* *Отношение абсолютной влажности воздуха к максимальной, выраженное в процентах, называется **относительной влажностью**.*
- \* *Например, в  $1 \text{ м}^3$  воздуха содержится 10 мм водяного пара, а могло бы содержаться при данной температуре 25 мм.*
- \* *При этом относительная влажность воздуха равна:*

$$\frac{10 \text{ мм}}{25 \text{ мм}} * 100\% = 40\%$$

# Суточный ход абсолютной влажности

## Над океанами



## Над сушей



Первый тип характерен для океанов: в этом типе максимум абсолютной влажности наблюдается в середине дня, минимум — перед восходом Солнца.

Второй тип формируется над сушей.

Здесь выделяется два максимума: в 9–10 ч и 20–21 ч. Первый максимум обусловлен быстрым испарением в связи с нагревом поверхности, второй — ослаблением конвекции при продолжающемся испарении.

# Географическое распределение влажности

**Абсолютная влажность** уменьшается от экватора к полярным широтам:

- на экваторе она равна 25 – 30 г/м<sup>3</sup>,
- в тропических широтах – 20 г/м<sup>3</sup>,
- в умеренных широтах – 5–10 г/м<sup>3</sup>,
- в полярных – около 1 г/м<sup>3</sup> воздуха.

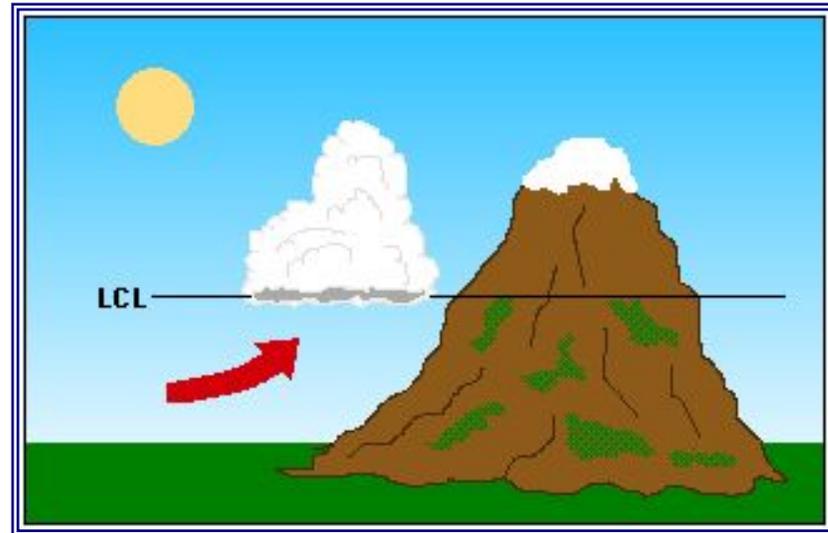
## **Относительная влажность**

- в экваториальных и полярных широтах составляет 85–90%: на экваторе из-за большого количества осадков и испарения, а в полярных широтах из-за низких температур;
- в умеренных широтах летом относительная влажность равна 60%, зимой она возрастает до 75–80%;
- самая низкая относительная влажность в тропиках на материках – 30–40%, летом может уменьшиться до 10%.

**Конденсация** – переход водяного пара в жидкое состояние.

Поднимаясь, водяной пар достигает уровня конденсации и переходит в жидкое состояние. Высота, на которой воздух достигает предела насыщения, называется **уровнем конденсации**.

Конденсация начинается при достижении температуры **точки росы** и **при наличии ядер конденсации**



**Сублимация** – переход водяного пара в твердое состояние минуя жидкую фазу. Сублимация происходит при температуре около  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Константинова I.B. caltha@list.ru

# Гидрометеоры

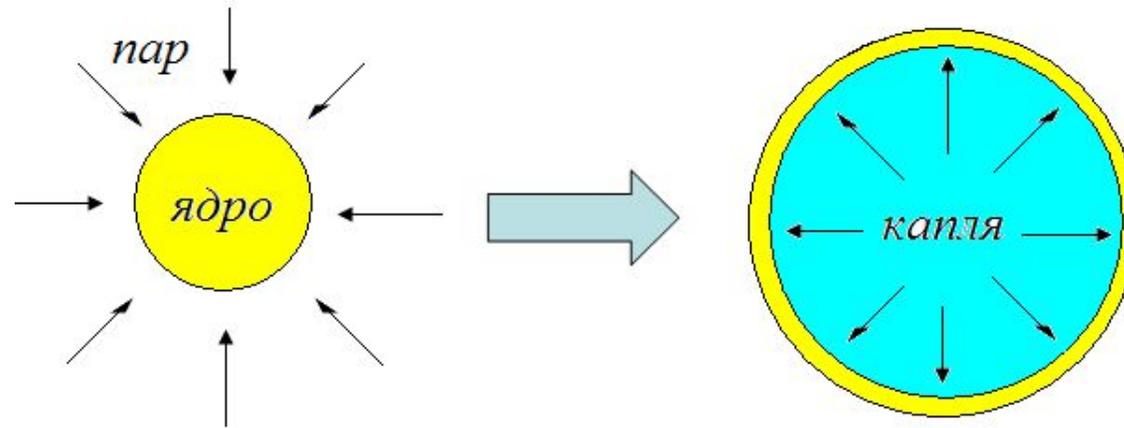


*Гидрометеорами* называют продукты конденсации, образовавшиеся при непосредственном контакте водяного пара с земной поверхностью. К гидрометеорам относятся

- роса,
- иней,
- твердый налет,
- жидкий налет,
- изморозь.

Гололед является особым типом атмосферных осадков.

**Ядра конденсации** – мельчайшие частицы растворимых и нерастворимых в воде веществ. Они являются центрами, вокруг которых происходит процесс конденсации.



**Конденсация**

**на поверхности Земли**

**в атмосфере**

**гидрометеоры**

**облака и туманы**

# Облака

**Облака** – видимое скопление продуктов конденсации в виде капелек воды и кристаллов льда на некоторой высоте в атмосфере. Капельки и кристаллы в облаке очень малы, они удерживаются восходящими потоками воздуха.

В 1929– 1932 гг. Международной облачной комиссией была разработана международная классификация облаков, в ее основу положены такие признаки, как внешний вид, форма облаков.

- Чем больше относительная влажность воздуха, чем ближе воздух к состоянию насыщения, тем вероятнее выпадение осадков.
- Поднимаясь вверх и охлаждаясь, такой воздух быстрее достигает температуры, при которой его относительная влажность становится равной 100%. Образуются облака.
- Облачность измеряют в баллах по 10-балльной системе.
- Например, 0 баллов – небо ясное, 3 балла – 30 % неба покрыто облаками, 10 баллов – все небо закрыто облаками.



Облачность

Константинова Т.В. caltha@list.ru

По высоте образования  
облака

делятся на четыре семейства

### 1. Высокие облака

- Cirrus, Ci (перистые);
- Cirro-cumulus, Cc (перисто-кучевые);
- Cir-rostratus, Cs (перисто-слоистые);

### 2. Средние облака

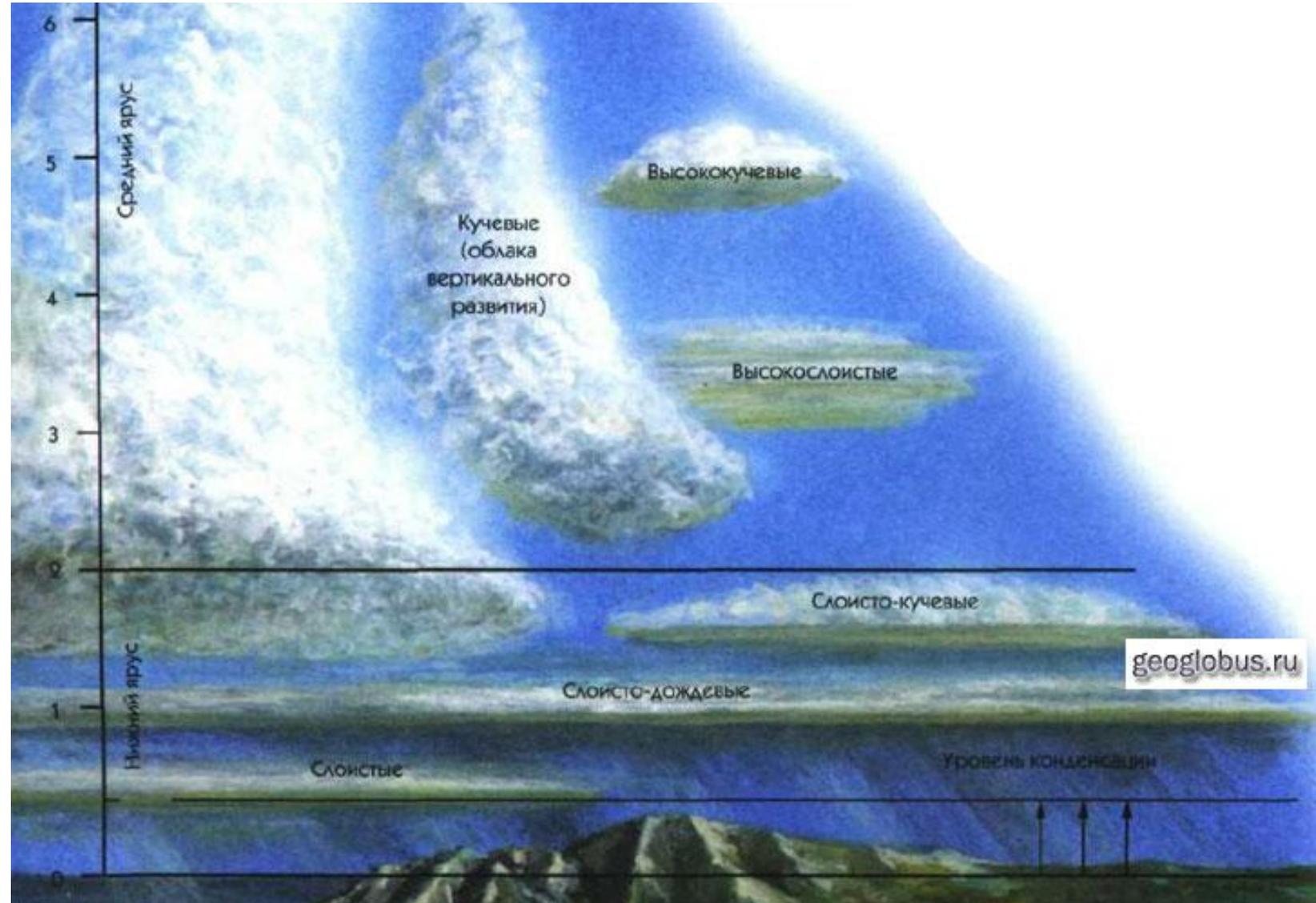
- Altocumulus, Ac (высококучевые);
- Altostratus, As (высокослоистые);

### 3. Низкие облака

- Nimbostratus, Ns (слоисто-дождевые);
- Stratus, St (слоистые);
- Stratocumulus, Sc (слоисто-кучевые);

### 4. Облака вертикального развития

- Cumulus Cu (кучевые),
- Cumulonimbus, Cb (кучево-дождевые).



# Атмосферные осадки

*Атмосферными осадками* называют капли и кристаллы воды, выпавшие на земную

По агрегатному состоянию выделяют **жидкие, твердые и смешанные осадки.**

К **жидким** осадкам относятся дождь и морось.

К **твердым** осадкам относятся снежная и ледяная крупа, снег и град.

К **смешанным** осадкам относится мокрый снег.



Осадкомер



Дождемер

- Количество выпадающих осадков зависит прежде всего от абсолютного влагосодержания воздуха.
- Например, при одинаковой годовой величине относительной влажности воздуха на **экваторе** и в **приполярных районах** (около 70–80%) осадков на экваторе выпадает 2000 мм/год и более (абсолютная влажность воздуха – 25–30 мм), а в приполярных районах около 100– 200 мм (абсолютная влажность 1–3 мм).
- Для измерения количества выпавших осадков применяются дождемеры и осадкомеры.

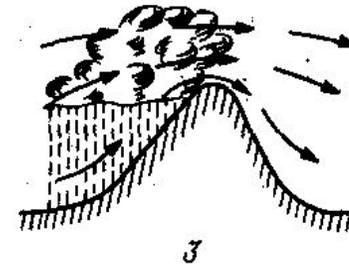
*По характеру выпадения различают:*

- *ливневые осадки* (они интенсивны, непродолжительны, захватывают небольшую площадь);
- *обложные осадки* (средней интенсивности, равномерны, длительны – могут продолжаться сутками, захватывают большие площади);
- *морозящие осадки* (мелкокапельные, дают мало осадков).

Характер выпадения осадков очень важен. От него зависит, сбегает ли воды по поверхности, размывая почвы, или же просачиваются в грунт и пополняют запасы подземных вод.

По происхождению различают:

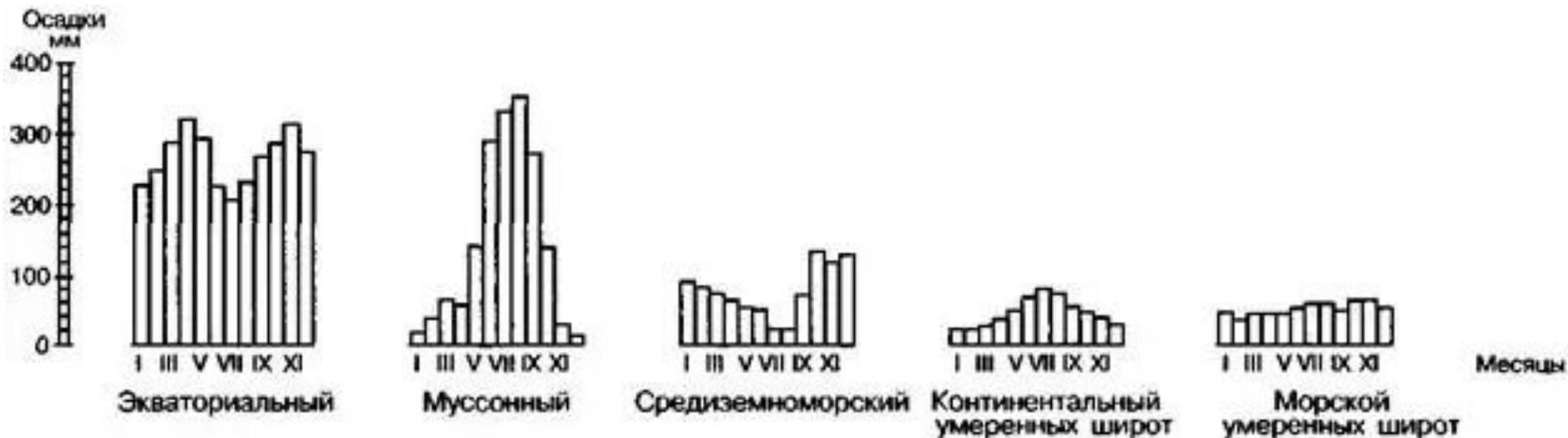
- **Конвективные** осадки характерны для жаркого пояса, где интенсивный нагрев и испарение, но летом происходят и в умеренном поясе.
- **Фронтальные** осадки образуются при встрече двух воздушных масс с разной температурой и разными физическими свойствами, выпадают из более тёплого воздуха, типичны для умеренного и холодного поясов.
- **Орографические** осадки выпадают на наветренных склонах гор, особенно высоких. Они обильны, если воздух идет со стороны тёплого моря и обладает большой абсолютной и относительной влажностью.



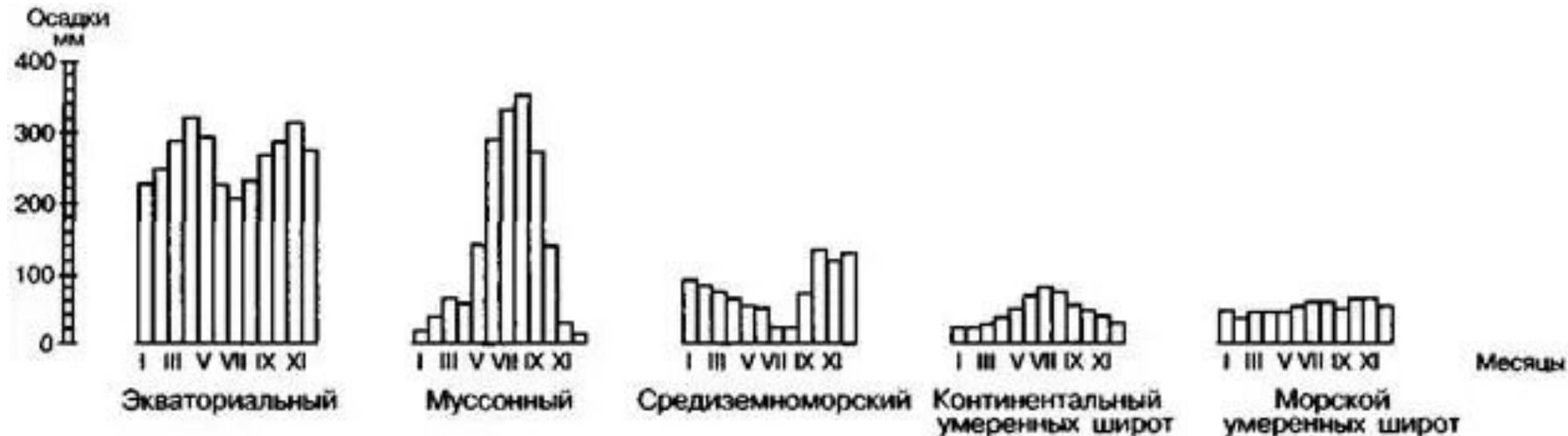
Типы осадков по происхождению:

1 - конвективные, 2 - фронтальные, 3 - орографические

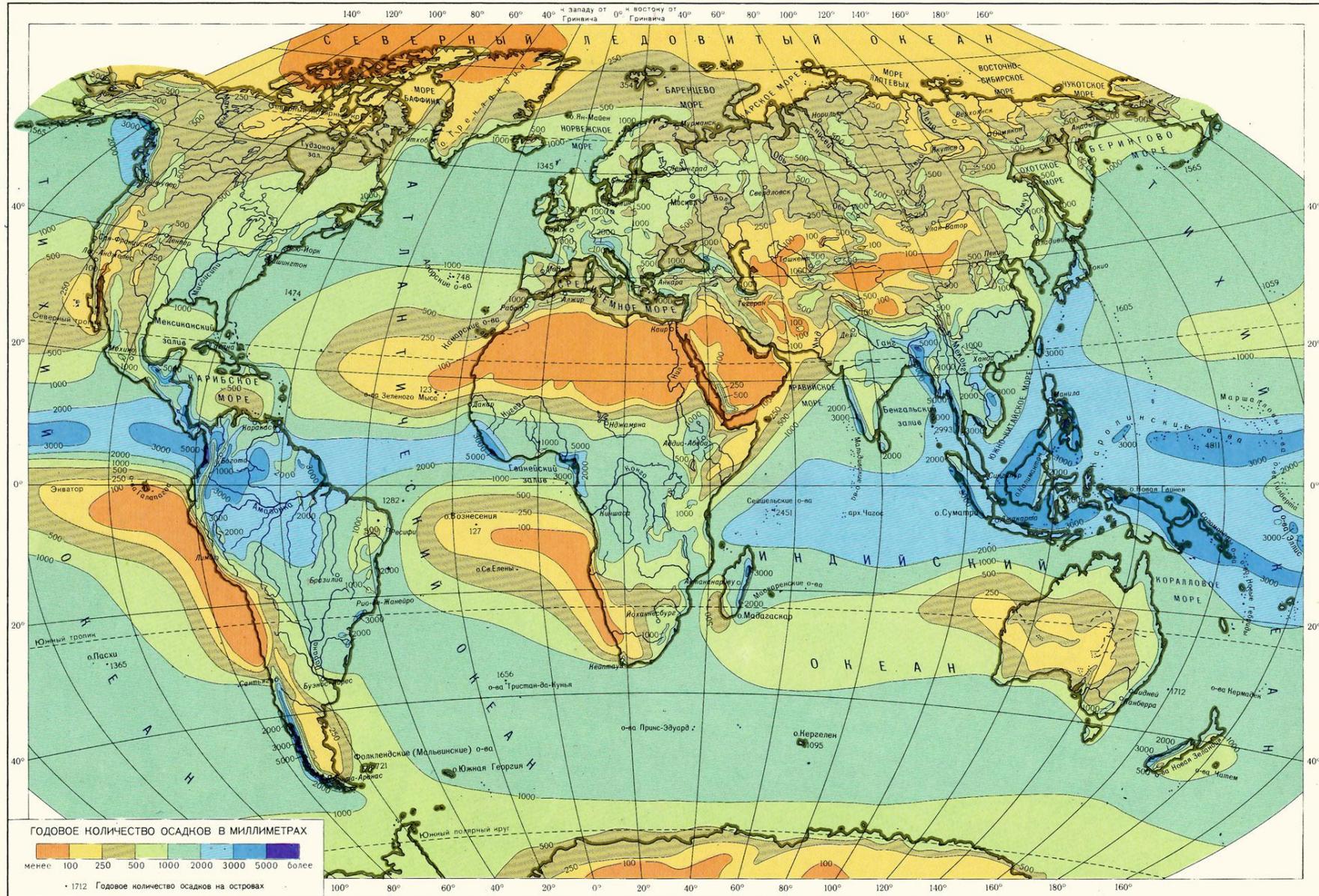
- Выделяют несколько основных типов годового хода осадков.
- **Экваториальный тип** – осадки выпадают довольно **равномерно весь год**, сухих месяцев нет, отмечаются два небольших максимума – в апреле и октябре – и два небольших минимума – в июле и январе.
- **Муссонный тип** – **максимум осадков летом**, минимум зимой. Свойственен **субэкваториальным широтам**, а также **восточным побережьям материков в субтропических и умеренных широтах**. Общее количество осадков при этом постепенно уменьшается от субэкваториального к умеренному поясу.



- **Средиземноморский тип** – максимум осадков зимой, минимум летом. Наблюдается в субтропических широтах на западных побережьях и внутри материков. Годовое количество осадков постепенно уменьшается к центру континентов.
- **Континентальный тип** осадков умеренных широт – летом осадков в два-три раза больше, чем зимой. По мере возрастания континентальности климата в глубь материков общее количество осадков уменьшается, а разница летних и зимних осадков увеличивается.
- **Морской тип умеренных широт** – осадки распределяются равномерно в течение года с небольшим максимумом в осенне-зимнее время. Их количество больше, чем в предыдущем типе.



# Годовое количество осадков на Земле



**Осадки по земной поверхности распределены зонально.** Наглядное представление о распределении осадков дает карта изогнет.

**Изогнет** – линии, соединяющие на карте точки с одинаковым количеством осадков.

Максимальное количество осадков приходится на области пониженного давления с восходящими токами воздуха: **в экваториальных** 1500–2000 мм в год и в **умеренных широтах** до 1000 мм в год.

На экваторе осадки внутримассовые (конвективные), объясняются термической конвекцией и неустойчивой стратификацией воздуха;

в умеренных широтах осадки, в основном фронтальные, образуются на фронтах при движении атмосферных вихрей – циклонов.

Минимальное количество осадков характерно для областей с повышенным давлением и нисходящими токами воздуха.

В **тропических широтах** количество осадков составляет 100 – 200 мм в год (кроме восточных берегов), в **полярных широтах** над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии – до 100 мм в год.

Абсолютный максимум осадков приходится на предгорья Гималаев (Черрапунджи – 12660 мм), Анд (Тутунендо, Колумбия 11770 мм). Минимальное количество осадков характерно для пустыни Атакама – 1 мм.

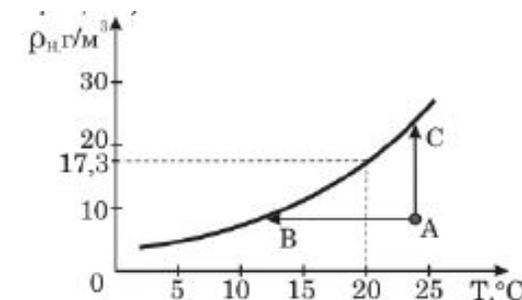
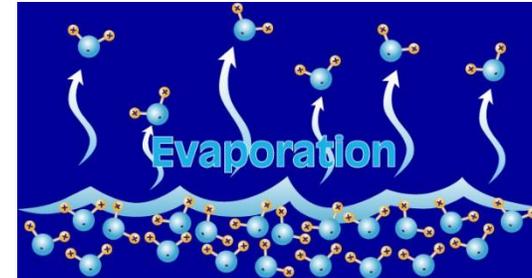
**Испарение** – процесс перехода воды из жидкого состояния в газообразное.

Испарение воды происходит при любой температуре, но с повышением температуры скорость испарения возрастает.

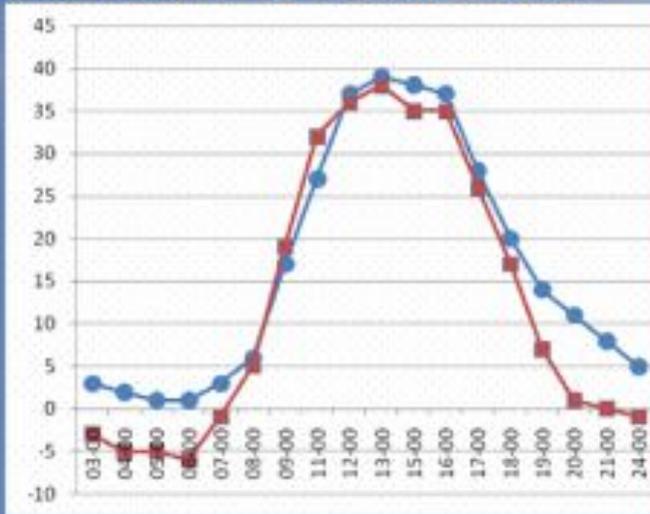
В процессе испарения молекулы воды преодолевают силы молекулярного притяжения и вылетают в воздух. Следствием этого является понижение температуры жидкости.

Для испарения  
1 г воды при температуре 0°C требуется энергия в 2495 Дж,  
а 1 г льда – 2830 Дж.

**Испаряемость** - условная величина, характеризующая максимально возможное испарение в данной местности при неограниченном запасе воды, в отличие от фактического испарения, которое ограничено содержанием воды в почве.

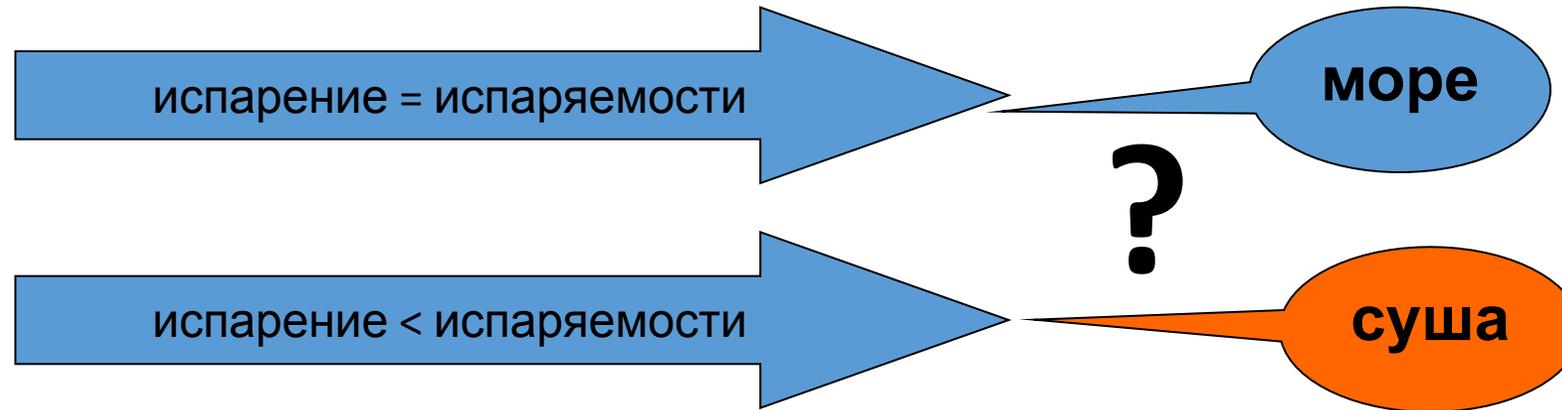


**Суточный ход испарения параллелен суточному ходу температур. Наибольшее испарение наблюдается в середине дня, минимум – в ночные часы.**



**В годовом ходе испарения максимум приходится на лето, минимум наблюдается зимой.**

**Испаряемость** – максимально возможное испарение при неограниченных запасах воды.



В экваториальных широтах испаряемость равна **1500 мм/год**,  
для суши тропических широт характерна максимальная испаряемость: **2500–3000 мм** в Северном полушарии,  
**2000 мм** в Южном.  
в умеренных широтах – **450–600 мм/год**,  
в полярных широтах – **менее 200 мм/год**.

# Увлажнение территории

- \* Для оценки условий увлажнения надо учитывать не только выпадающие осадки, но и *испаряемость* - максимально возможное испарение, которое определяется температурой.
- \* Характер увлажнения выражают *коэффициентом увлажнения (K)* - отношением осадков к испаряемости за один и тот же период, выражается оно дробью или в процентах.

*Увлажнение тоже зонально. Обычно выделяются зоны избыточного увлажнения ( $K > 1$ ), нормального увлажнения ( $K$  около 1), недостаточного увлажнения ( $K < 1$ ).*

Коэффициент увлажнения определяет тип природно-растительных зон:

- при  $K$  больше 1 произрастают леса;
- $K$  около 1 – лесостепи, саванны;
- $K$  от 1 до 0,3 – луговые и сухие степи;
- $K$  от 0,3 до 0,1 – полупустыни;
- $K$  меньше 0,1 – пустыни.

**Пого́да** — совокупность значений метеорологических элементов и атмосферных явлений, наблюдаемых в определённый момент времени в той или иной точке пространства.

Понятие «*Погода*» относится к текущему состоянию атмосферы, в противоположность понятию «Климат», которое относится к среднему состоянию атмосферы за длительный период времени.

Погодные явления протекают в тропосфере (нижней части атмосферы) и в гидросфере.

Погоду можно описать давлением, температурой и влажностью воздуха, силой и направлением ветра, облачностью, атмосферными осадками, дальностью видимости, атмосферными явлениями (туманами, метелями, грозами) и другими метеорологическими элементами.

Изменения погоды бывают периодические и непериодические.

Периодические изменения — это те изменения, которые имеют периодический характер, потому что связаны с вращением Земли вокруг своей оси (суточные изменения) или вокруг Солнца (годовые изменения).

Суточные изменения непосредственно у земной поверхности, в связи с тем, что изменения связаны с изменениями температуры земной поверхности, а с температурой воздуха связаны остальные метеорологические элементы.

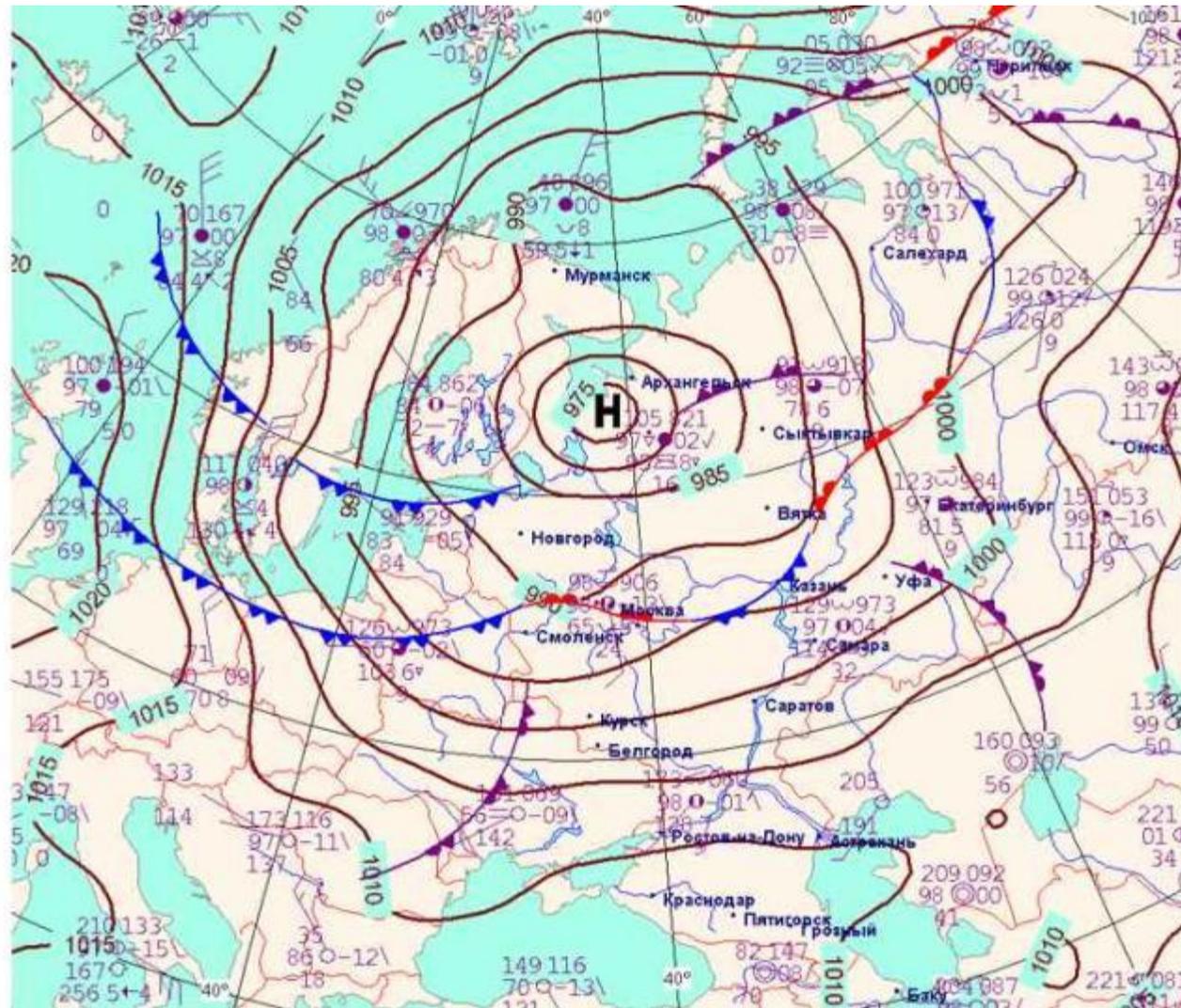
Годовые изменения выражаются в смене времён года.

Непериодические изменения, особенно значительные во внетропических широтах обусловлены переносом воздушных масс.

При переносе воздушных масс из одних областей Земли в другие они приносят с собой свойственные им характеристики погоды, отличные от ранее существовавших в данном районе, которые меняются в данном месте в соответствии с тем, откуда приходит новая воздушная масса и какими свойствами в связи с этим она обладает.



В 1872-1873 годах была учреждена Международная метеорологическая организация, реорганизованная в 1951 году во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО). В рамках ВМО реализуется международный проект, который получил название Всемирной службы погоды. Вся сеть метеорологических станций на земном шаре включается в единую систему сбора и обработки метеорологических данных. Информацию о погоде собирают и распространяют три мировых центра, расположенные в Вашингтоне (США), Мельбурне (Австралия) и Москве (Россия).



На основе подробной информации о погоде, полученной из различных источников, метеорологи составляют карты погоды.

**Климат** — многолетний режим погоды, типичный для данного района Земли. (30-40 лет)

Термин «климат» был введен в научный оборот 2200 лет назад древнегреческим астрономом Гиппархом и означает по-гречески «наклон» («*klimatos*»). - *наклон земной поверхности к солнечным лучам, различие которого от экватора к полюсу уже тогда считалось главной причиной различий погоды в низких и высоких широтах.*

Позднее климатом называли среднее состояние атмосферы в определенном районе Земли, которое характеризуется чертами, практически неизменными на протяжении одного поколения, то есть порядка 30-40 лет. К таким чертам относятся амплитуда колебания температур, атмосферное давление, атмосферная циркуляция.

Различают макроклимат и микроклимат:

Макроклимат (греч *makros* — большой) — климат крупнейших территорий, это климат Земли в целом, климатических поясов, а также крупных регионов суши и акваторий океанов или морей - определяется уровень солнечной радиации и закономерности атмосферной циркуляции;

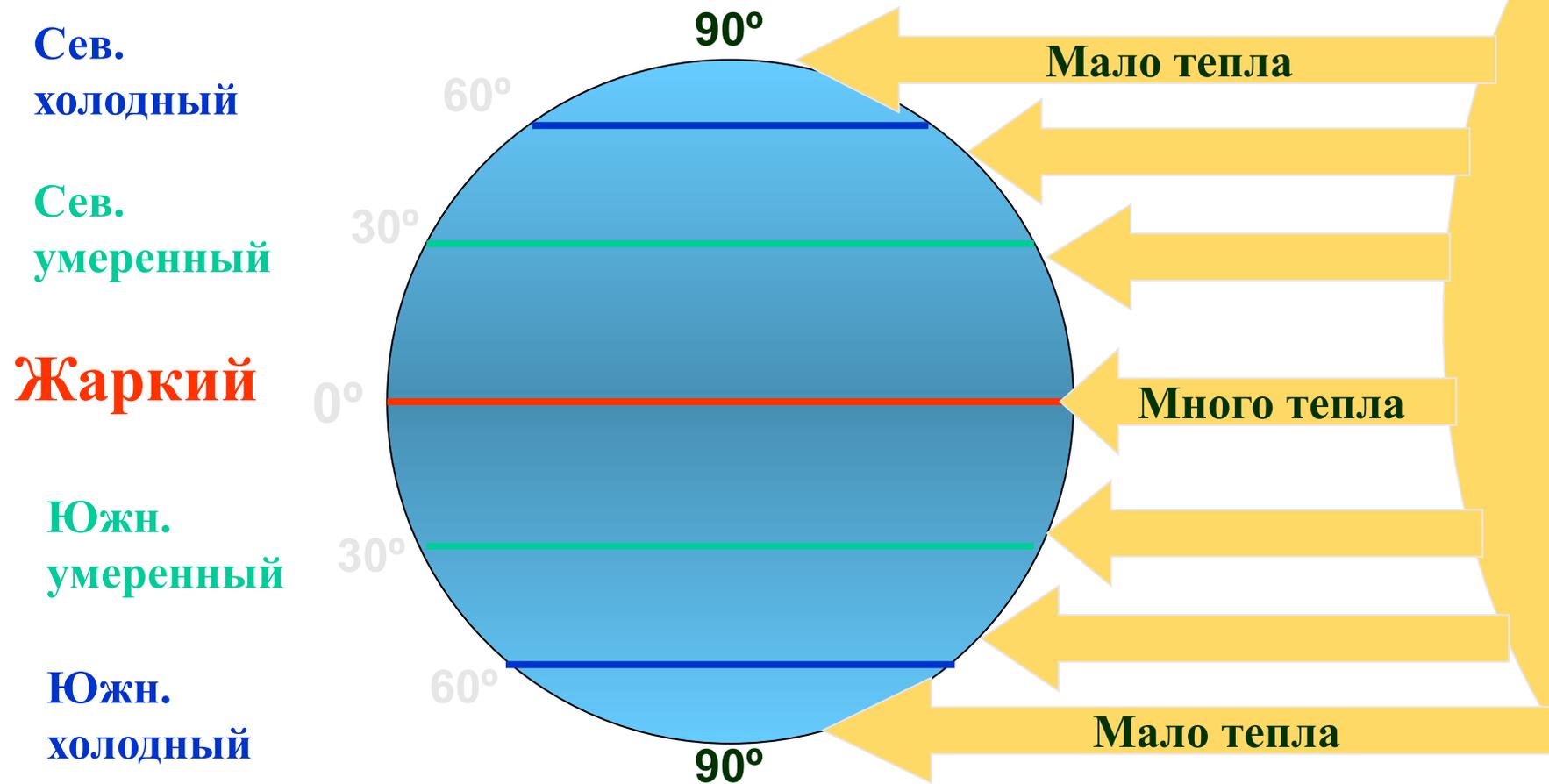
Микроклимат (греч. *mikros* — маленький) — часть местного климата. Микроклимат в основном зависит от рельефа, лесных насаждений, различий в увлажнении почвогрунтов, весенне-осенних заморозков, сроков таяния снега и льда на водоемах.

Учет микроклимата имеет существенное значение для размещения сельскохозяйственных культур, для строительства городов, прокладки дорог, для любой хозяйственной деятельности человека, а также для его здоровья.



**В**  
**5 Космические или планетарные:**  
**1. Уровень солнечной радиации**

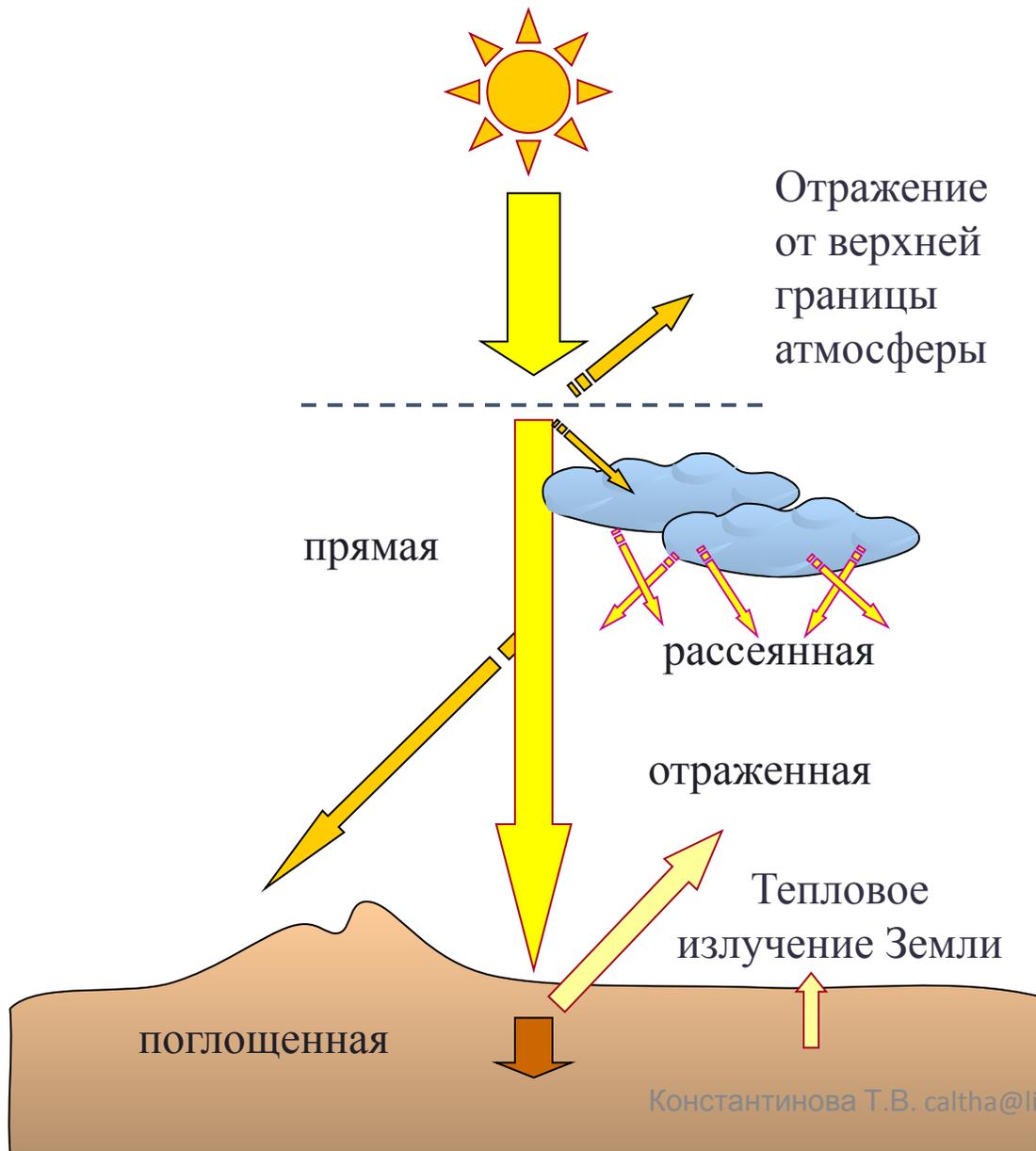
**Зависимость нагревания поверхности Земли от угла падения солнечных лучей**



# Солнечная радиация

Космические или планетарные:

## 1. Уровень солнечной радиации



Количество тепла и света, приходящееся на единицу поверхности.

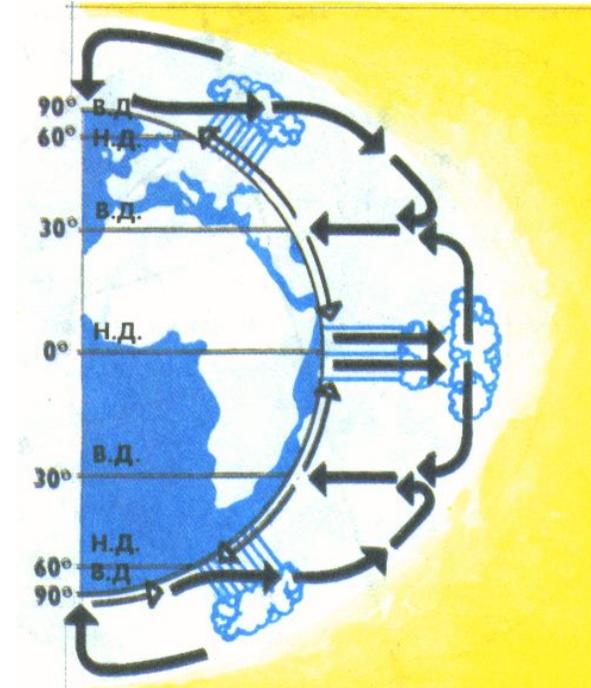
Суммарная =  
= прямая + рассеянная

- Географическая широта
- Состояние атмосферы
- Характер подстилающей поверхности.

**В**  
**5 Космические или планетарные:**

**2. Циркуляция воздушных масс**

**Общая циркуляция атмосферы.**



***Пассаты – ветры , дующие к экватору.  
Западные ветры – дующие в сторону 60-х широт.  
Эти ветры приносят осадки.***

**В**  
**5 Космические или планетарные:**

**3. Влагооборот**



## **В**

### **5 Космические или планетарные:**

#### **4. Вращение Земли вокруг своей оси и обращение вокруг Солнца**

1. Суточное изменение температуры почти на всех широтах, кроме полярных шапок, где ночи и дни могут длиться вплоть до полугода.
2. Суточные и годовые изменения освещенности Земли солнечными лучами приводят к сложной периодической изменчивости нагрева в различных районах Земли.
3. Результатом неодинакового нагрева в разных участках суши, океана и атмосферы является возникновение мощных струйных течений в океанах, а также к ветры, циклоны и ураганы в тропосфере.

# Географические 1. Широта места

Географическая широта  
(от падения солнечных лучей)

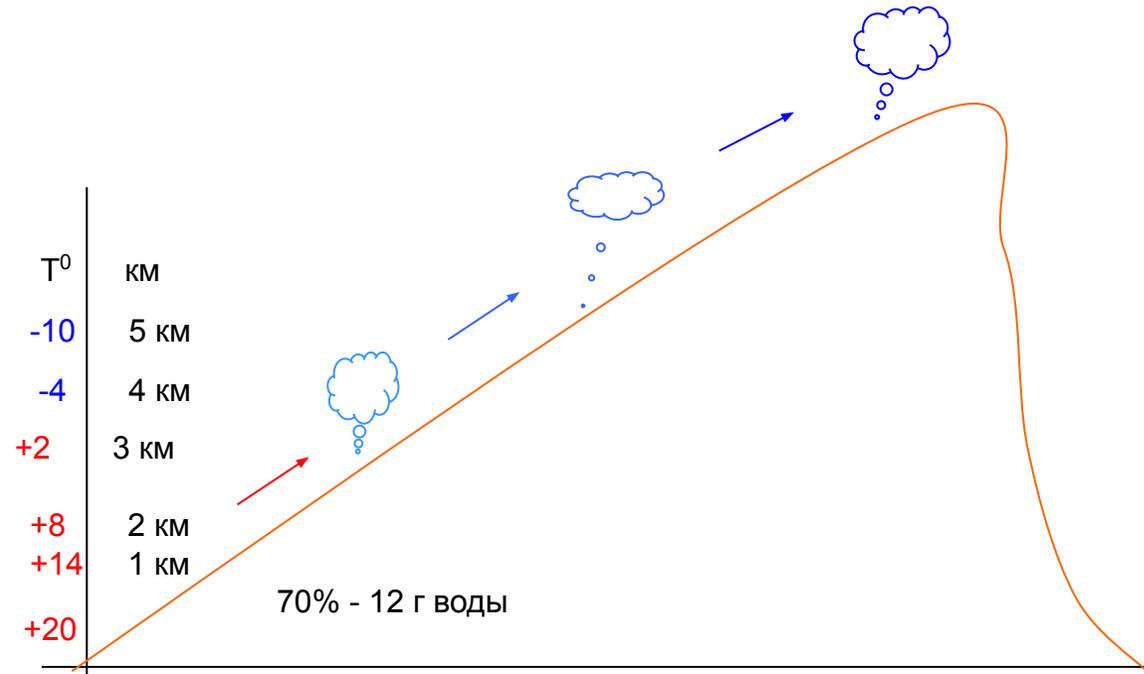


Одинаковые лучи



## Географические

### 2. Рельеф



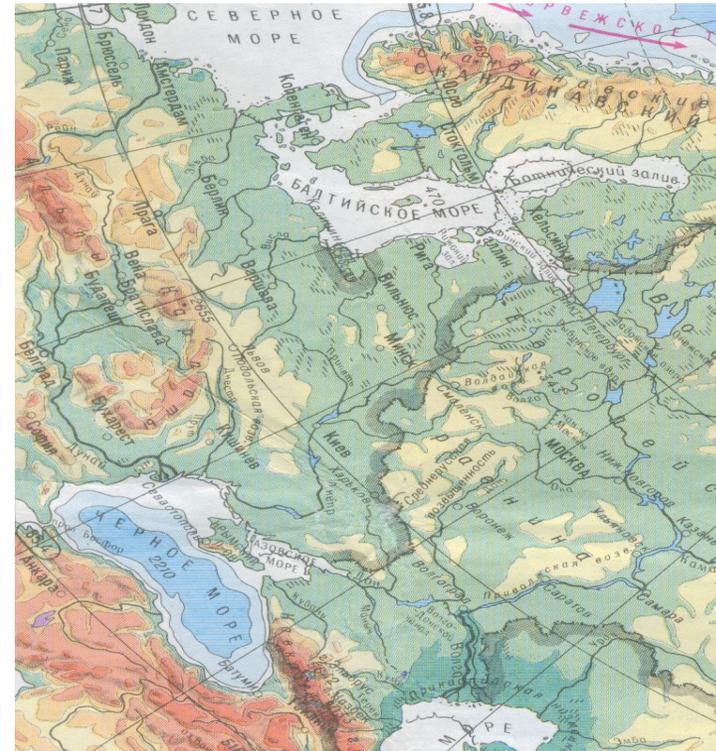
***Зависимость температуры от высоты: при подъеме на 1 км – температура падает на 6 градусов.***

***Если у побережья находятся горы, то все осадки выпадают в горах, так как с поднятием вверх воздушных масс происходит конденсация водяного пара, а на равнины воздух приходит уже сухим!***



**В**  
**5**      **Географические**  
**3. Близость или удаленность от**  
**океана**

Город	Осадки (мм)
Париж	500-1000
Волгоград	250-500
Якутск	100-250



***Чем ближе к океану, тем больше осадков!***

## Географические

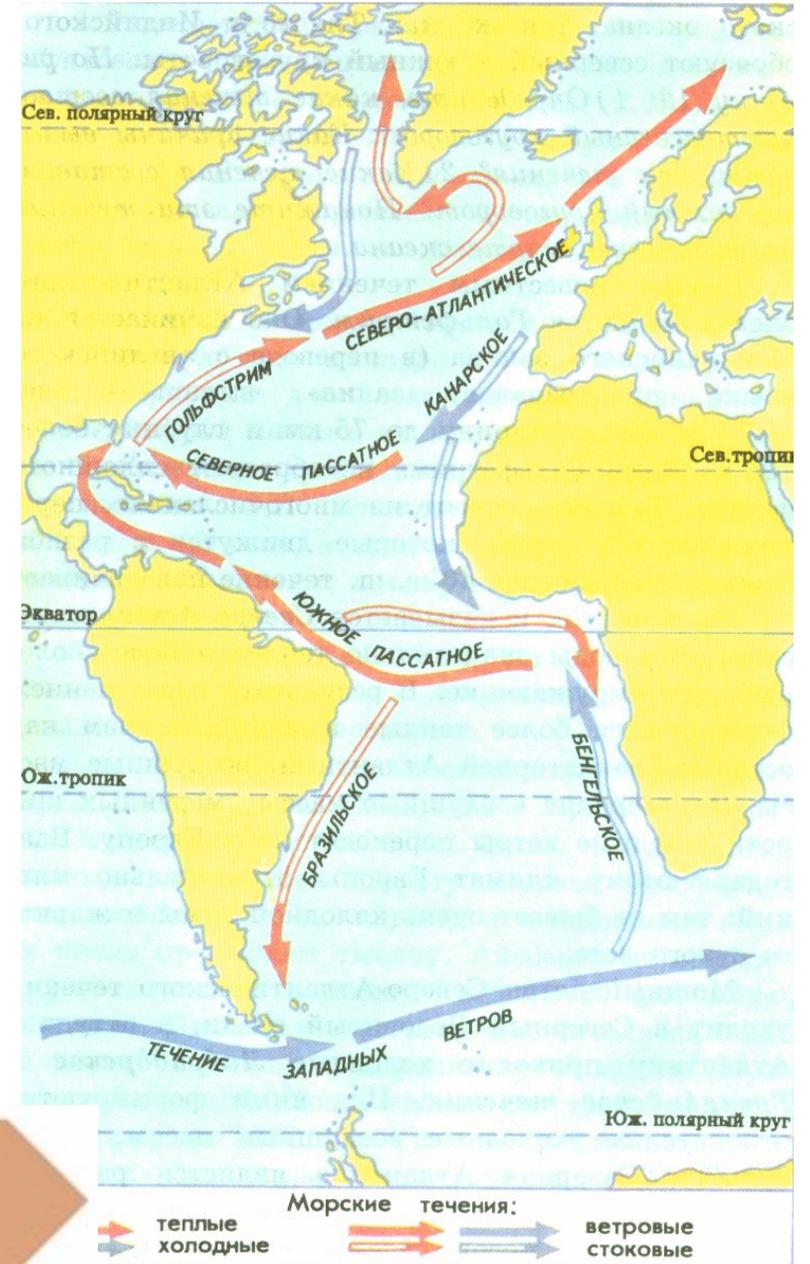
## 4. Морские течения

Город	Течение	Осадки (мм)
Юма (Сев. Америка)	Холодное	менее 100
Новый Орлеан (Юж. Америка)	Теплое	1000-2000

**Теплые течения – приносят осадки.**  
**Холодные течения – осадков не приносят.**



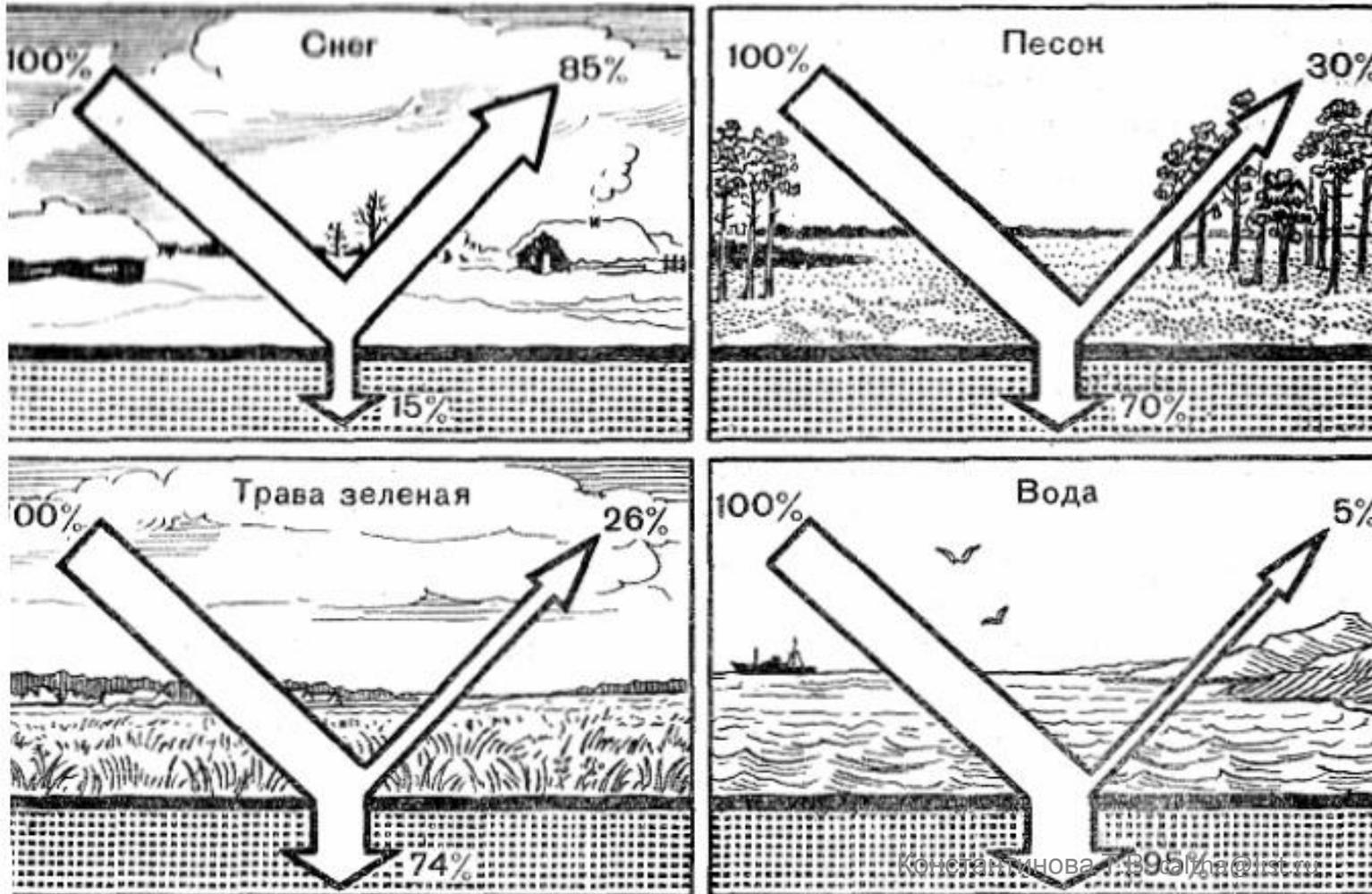
Константинова Т.В. caltha@list.ru



# Географические

## 5. Подстилающая поверхность

**АЛЬБЕДО** (лат. albedo — белизна) — способность поверхностей или отдельных тел отражать солнечную радиацию. Определяется в долях (%) отраженной радиации от поступающей на поверхность



Самое большое альбедро у снега — 70-90%, что сильно задерживает его таяние, особенно в Заполярье. У песка до 35%, у травяного покрова 20-25%, у лесных крон от 5 до 20%. Наименьшее альбедро у воды — 5% и вспаханных почв (черноземы 5%, подзолы до 20%). Это самые теплоемкие поверхности. Общее альбедро земного шара около 40%.

# Климаты Земли

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА - широтные или субширотные полосы земной поверхности, отличающиеся одна от другой интенсивностью нагревания лучистым теплом Солнца, а также особенностями общей циркуляции атмосферы.

КЛИМАТОЛОГИЯ (от климат и греческого logos - слово, учение) - наука о климатах земного шара, их типах, факторах формирования, закономерностях географического распространения и изменениях во времени. Входит в систему географических наук, но опирается и на выводы метеорологии.

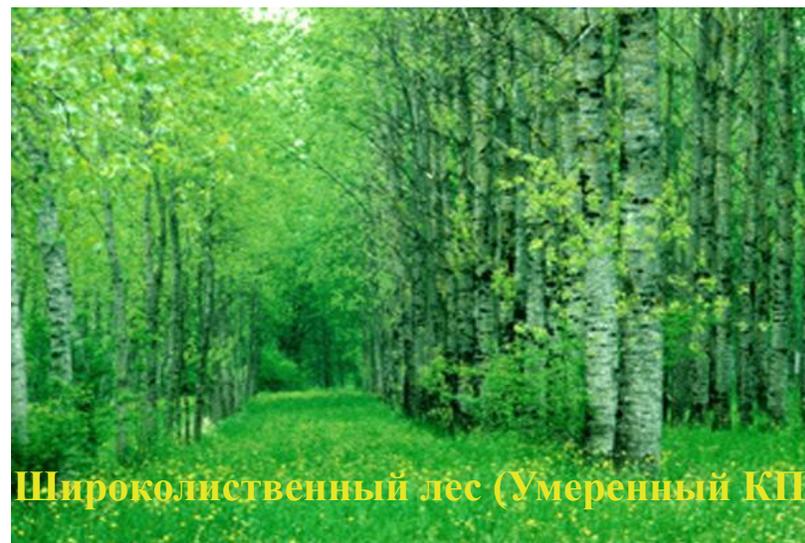
МЕТЕОРОЛОГИЯ (от греческого meteora - атмосферные и небесные явления и logos - слово, учение), наука об атмосфере Земли, занимающаяся изучением физических свойств и состояний атмосферы, динамики в разных ее частях и протекающих в ней процессов, в том числе процессов, обуславливающих формирование и изменение погоды.

# Климаты Земли

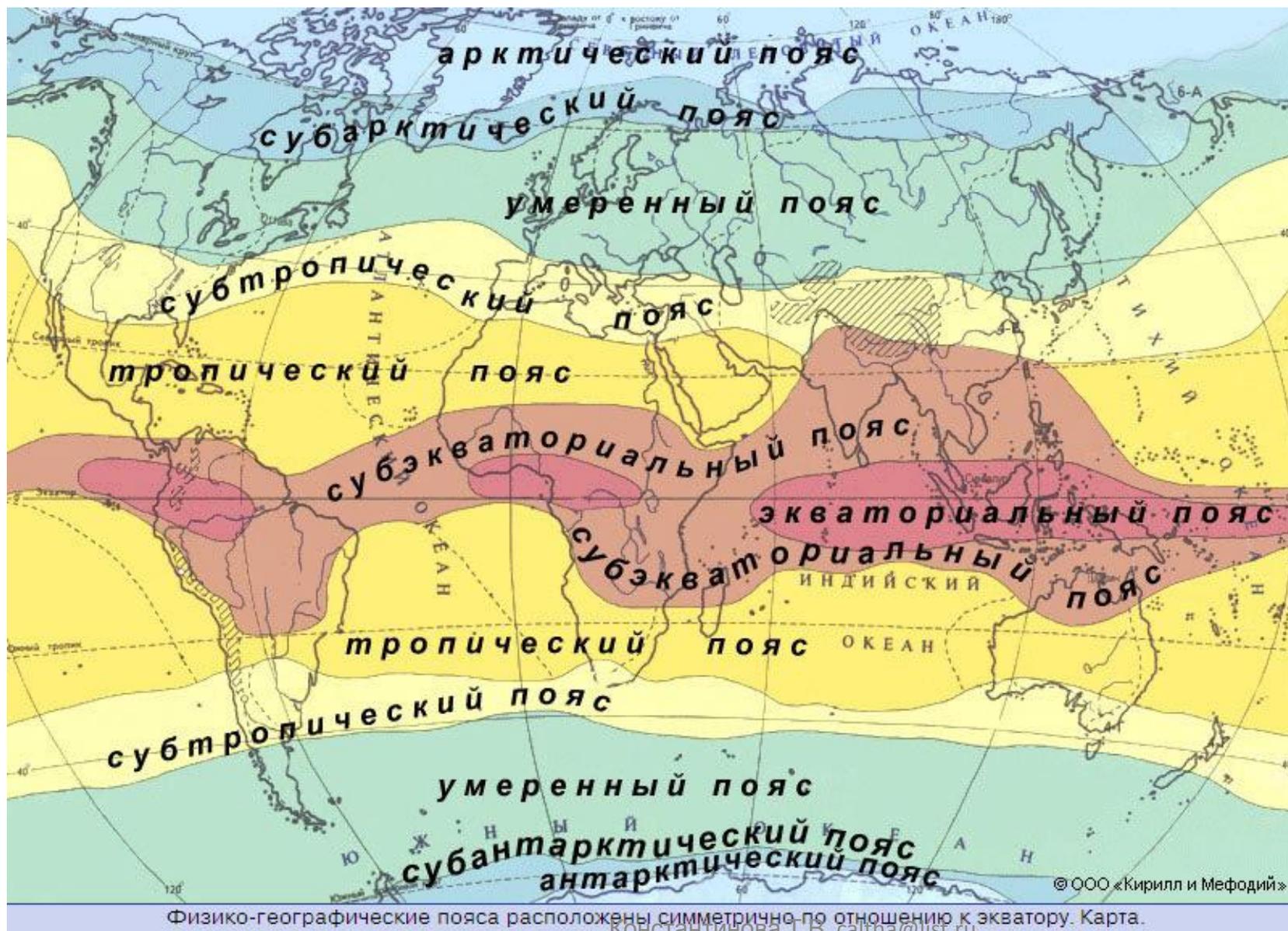
Борис Павлович Алисов (1892 - 1972) - 13 климатических поясов (КП), которые отличаются друг от друга температурными условиями и воздушными массами (ВМ).

русский климатолог Александр Иванович Воейков (1842 - 1916) впервые раскрыл сущность разнообразных климатических явлений в зависимости от поступления тепла и влаги и общей циркуляции атмосферы; дал описание климатов Земли и объяснение причин их своеобразия.

# Разнообразие климатов Земли



# Климатические пояса



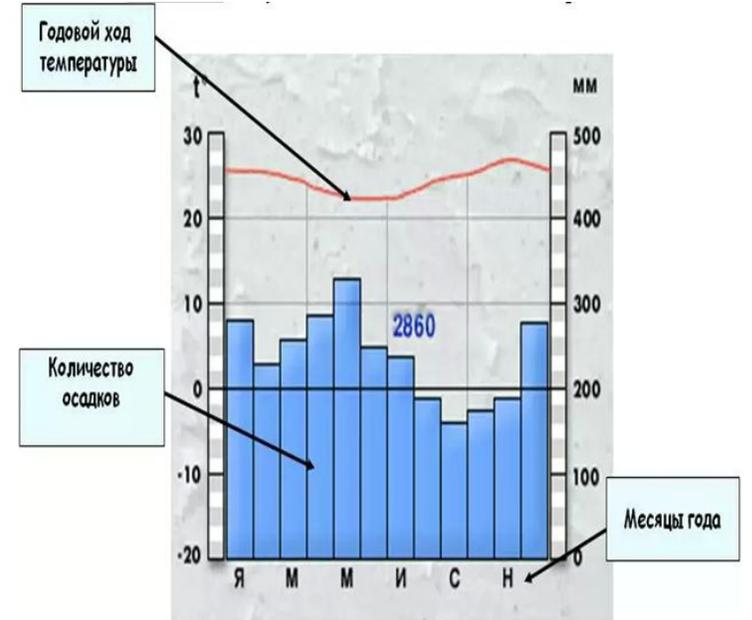
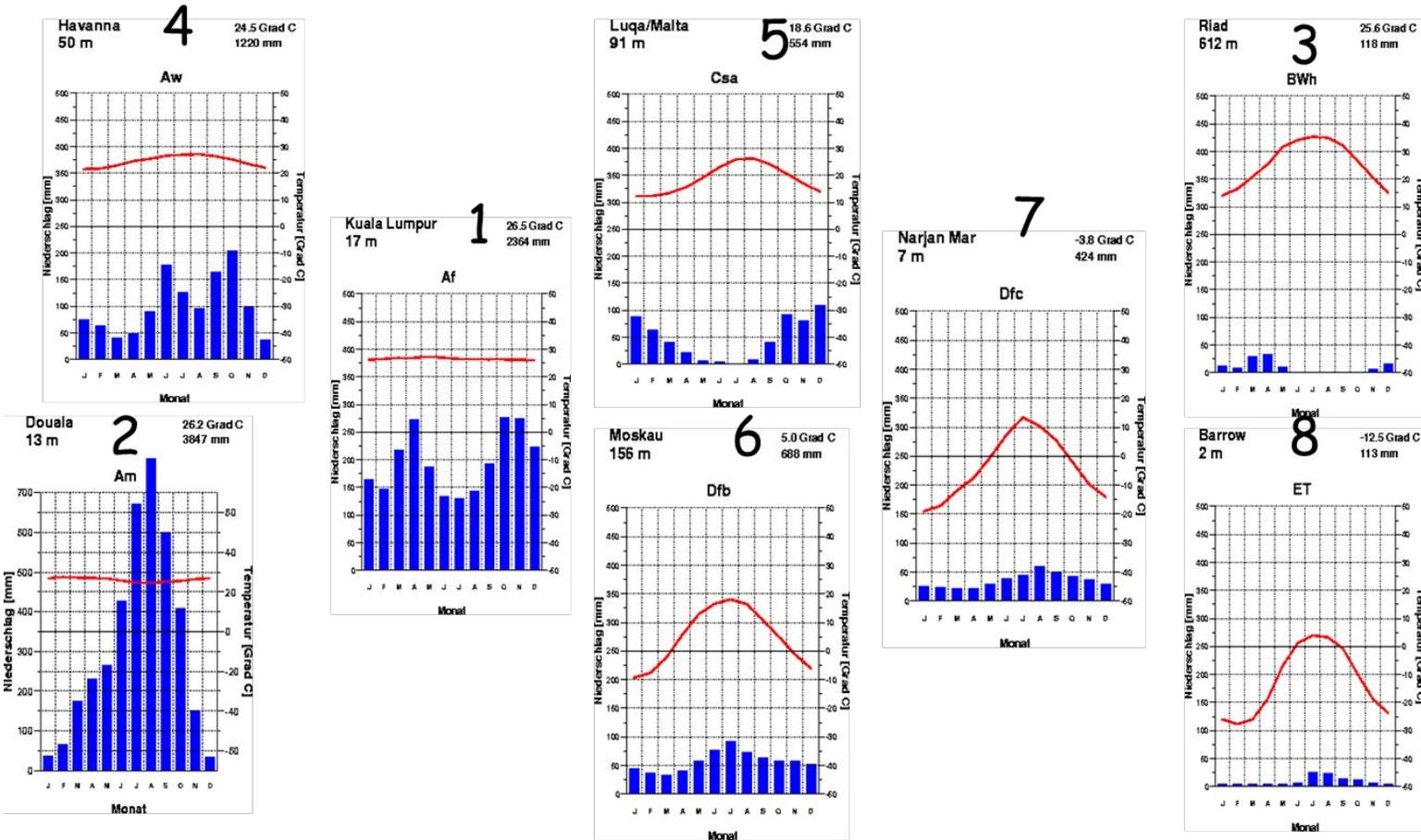
<b>ОСНОВНОЙ</b> климатический пояс	<b>ПЕРЕХОДНЫЙ</b> климатический пояс
<p>Основные климатические пояса (КП) соответствуют распространению четырех типов воздушных масс (ВМ). В каждом основном КП на климат влияет, главным образом, одна воздушная масса.</p>	<p>Переходные климатические пояса находятся между основными поясами. Приставка “<b>суб</b>” в переводе с латинского означает “под”. В переходных КП воздушные массы меняются по сезонам.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ КП (1)</b></li><li>• <b>ТРОПИЧЕСКИЙ КП (2)</b></li><li>• <b>УМЕРЕННЫЙ КП (2)</b></li><li>• <b>АРКТИЧЕСКИЙ и АНТАРКТИЧЕСКИЙ КП</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>СУБЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ КП (2)</b></li><li>• <b>СУБТРОПИЧЕСКИЙ КП (2)</b></li><li>• <b>СУБАРКТИЧЕСКИЙ и СУБАНТАРКТИЧЕСКИЙ КП</b></li></ul>

# Свойства воздушных масс

<i>Географич. широта местности</i>	<i>Направление токов воздуха</i>	<i>Атмосф. давление</i>	<i>Количество осадков</i>	<i>Угол падения солнечн. лучей</i>	<i>Темпер. режим</i>	<i>Тип ВМ и её свойства</i>
Экваториальные широты (ЭШ)	Восходящие	Низкое	Очень много	Высокий; Солнце в зените: 21 марта и 23 сентября	Жарко	<b>ЭВМ:</b> жаркая, влажная
Тропические широты (ТШ)	Нисходящие	Высокое	Мало	Высокий; Солнце в зените: в сев. пол. - 22 июня ; в юж.пол. - 22 декабря	Жарко	<b>ТВМ:</b> жаркая, сухая
Умеренные широты (УШ)	Восходящие	Низкое	Много	Средний	Тепло	<b>УВМ:</b> теплая, влажная
Полярные широты (АШ)	Нисходящие	Высокое	Мало	Маленький; полярная ночь или полярный день	Холодно	<b>АВМ:</b> холодная, сухая

**В**

**6** **Климатограмма** - (от климат и ...грамма), климаграмма, графическое изображение годового хода двух каких-либо элементов климата, обычно температуры и осадков.

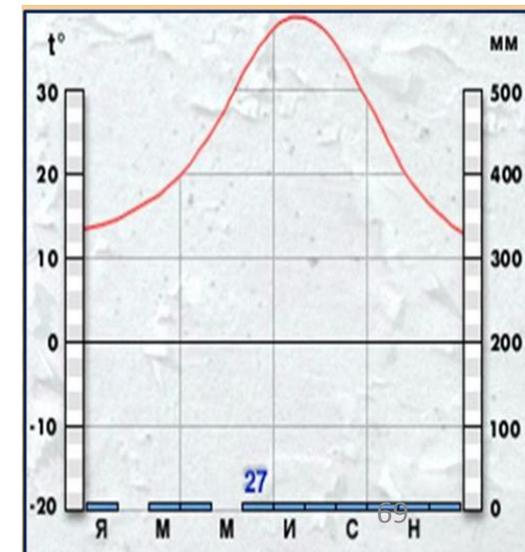
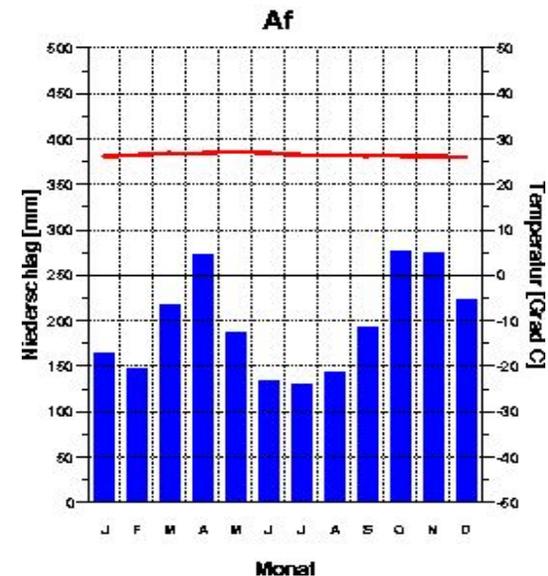


# Основные климатические пояса

Климатический пояс (КП)	Географическое положение (географическая широта)	Господствующий тип воздушной массы (ВМ)	Описание климата
<b>ЭКП</b> экваториальный климатический пояс (1)	В области экватора (ЭШ)	Весь год преобладают ЭВМ	Вследствие высокого положения Солнца над горизонтом и преобладания восходящих токов, а также притока влажных океанских воздушных масс с пассатами в ЭКП весь год высокие температуры воздуха и выпадает большое количество осадков.
<b>ТКП</b> тропический климатический пояс (2)	Вдоль Северного и Южного тропиков	Весь год преобладают ТВМ	В ТКП преобладают ТВМ, которые летом имеют очень высокую температуру, зимой воздух чуть прохладнее, но очень сухой. На высоте 10-12 км воздух, притекая из области экватора в тропики, уже содержит мало влаги. Опускаясь вниз, он нагревается и становится еще суше. Дожди - редкое явление не только на равнинах суши, но и над океаном.

Константинова Т.В. caltha@list.ru

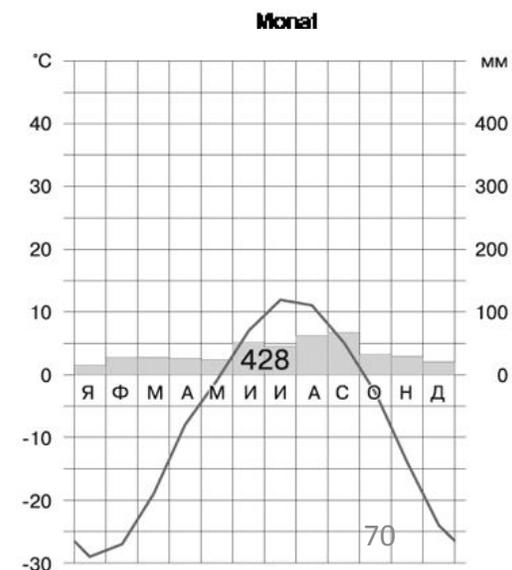
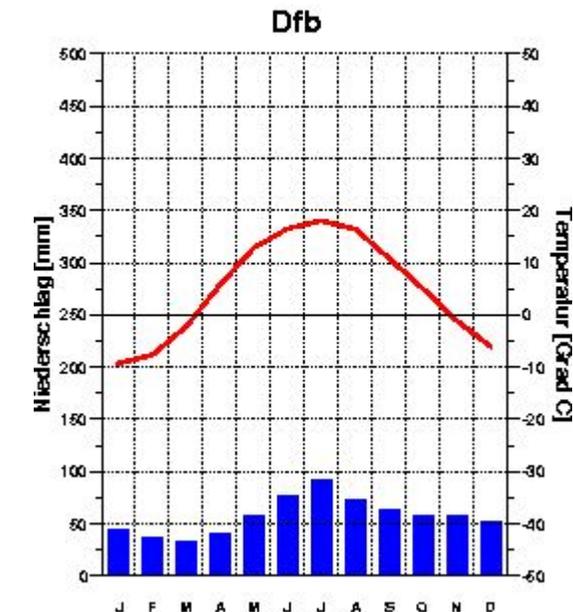
Kuala Lumpur  
17 m  
26.5 Grad C  
2364 mm



# Основные климатические пояса

Климатический пояс (КП)	Географическое положение	Господствующий тип воздушной массы (ВМ)	Описание климата
<b>УКП</b> Умеренный климатический пояс (2)	Умеренные широты (УШ)	Весь год преобладают УВМ как морские, так и континентальные	В умеренных поясах значительно холоднее, чем в тропических поясах. Ясно выражены времена года: зима и лето, так как высота Солнца над горизонтом резко меняется по сезонам. Годовое количество осадков в этом поясе в целом значительное. Преобладающие западные ветры приносят осадки в западные части материков. Во внутренних частях материков осадков выпадает мало, а на востоке, когда дует летний муссон, их опять становится больше.
<b>АКП</b> Арктический (1) Антарктический (1) климатический пояс	В полярных широтах, у полюсов	Весь год преобладают АВМ в северном, и АВМ в южном полушарии.	В арктическом и антарктическом поясах преобладает арктический и антарктический воздух с очень низкими температурами. Поскольку там нисходящее движение воздуха, осадков выпадает мало.

Moskau  
156 m  
5.0 Grad C  
688 mm



# Основные климатические пояса

Климатический пояс (КП)	Географическое положение	Господствующий тип воздушной массы (ВМ)	Описание климата
<b>УКП</b> Умеренный климатический пояс (2)	Умеренные широты (УШ)	Весь год преобладают УВМ как морские, так и континентальные	В умеренных поясах значительно холоднее, чем в тропических поясах. Ясно выражены времена года: зима и лето, так как высота Солнца над горизонтом резко меняется по сезонам. Годовое количество осадков в этом поясе в целом значительное. Преобладающие западные ветры приносят осадки в западные части материков. Во внутренних частях материков осадков выпадает мало, а на востоке, когда дует летний муссон, их опять становится больше.
<b>АКП</b> Арктический (1) Антарктический (1) климатический пояс	В полярных широтах, у полюсов	Весь год преобладают АВМ в северном, и АВМ в южном полушарии.	В арктическом и антарктическом поясах преобладает арктический и антарктический воздух с очень низкими температурами. Поскольку там нисходящее движение воздуха, осадков выпадает мало.

# В Переходные климатические

## 6 пояса

Между основными климатическими поясами находятся переходные пояса:

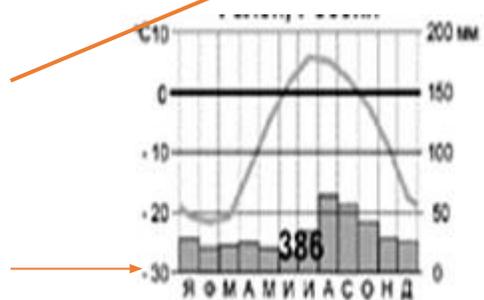
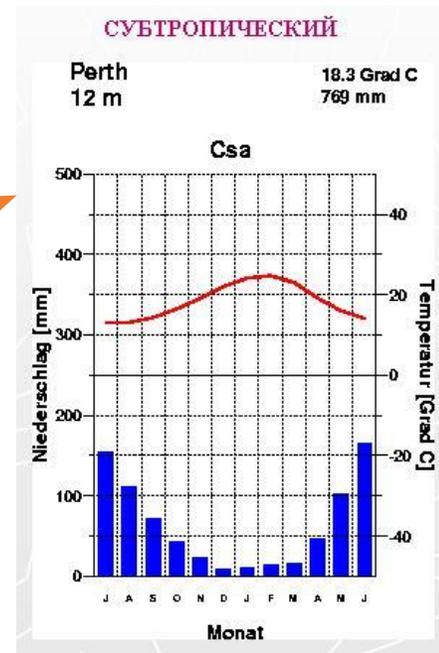
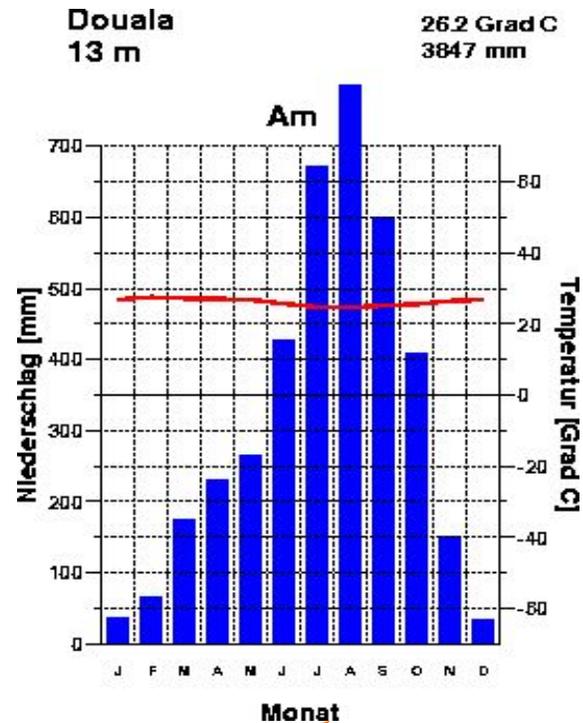
- два субэкваториальных (приставка “суб” - “под”, т.е. подэкваториальных),
- два субтропических пояса,
- субарктический и субантарктический пояса.
- в переходных поясах воздушные массы меняются по сезонам!!!!

Название переходных поясов также зависит от их географического положения.

В переходных климатических поясах осадки по сезонам выпадают неравномерно.

Меняется направление господствующих ветров.

*Так, например, в субэкваториальном климатическом поясе (СЭКП) осадки выпадают летом, а зимой там сухо. Летом ветры дуют от экватора, а зимой, наоборот, к экватору.*



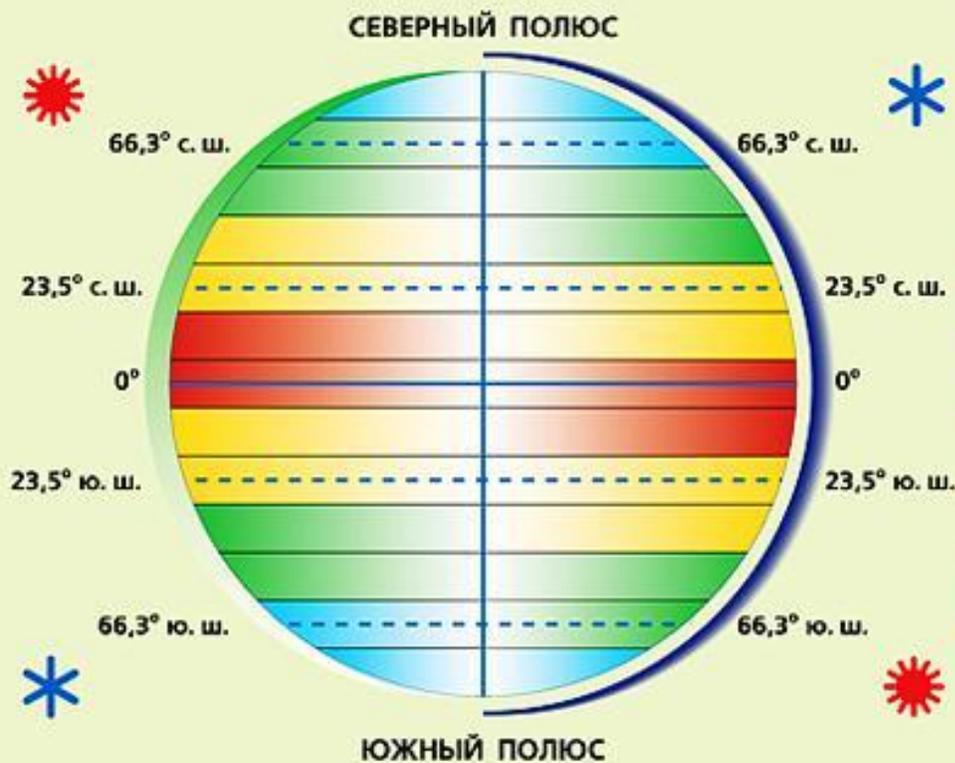
Переходный климатический пояс	Господствующий тип воздушной массы (ВМ) ЛЕТОМ	Господствующий тип воздушной массы (ВМ) ЗИМОЙ
Субэкваториальный климатический пояс (СЭКП)	Летом - ЭВМ (экваториальная ВМ)	Зимой - ТВМ (тропическая ВМ)
Субтропический климатический пояс (СТКП)	Летом - ТВМ (тропическая ВМ)	Зимой - УВМ (умеренная ВМ)
Субарктический и субантарктический (САКП)	Летом - УВМ (умеренная ВМ)	Зимой - АВМ (арктическая, антарктическая ВМ)

© Константинова Т.В. caltha@list.ru

# ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ И КЛИМАТЫ ЗЕМЛИ

## ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ

- Экваториальные 
- Тропические 
- Умеренные 
- Арктические (Антарктические) 



## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА

-  Экваториальный
-  Субэкваториальный
-  Тропический
-  Субтропический
-  Умеренный
-  Субарктический (Субантарктический)
-  Арктический (Антарктический)

ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ	Экваториальные	Тропические	Умеренные	Арктические (Антарктические)
ТЕМПЕРАТУРА	Теплые	Теплые	Теплые летом, холодные зимой	Холодные
ВЛАЖНОСТЬ	Влажные	Морские — влажные, континентальные — сухие	Морские — влажные, континентальные — сухие	Сухие



Границы всех поясов проведены по положению главных климатических фронтов.

*Климатические пояса — самые крупные зональные подразделения земной поверхности по климатическим условиям.*

*Климатические области:*

1. *материковый и океанический* типы климата (есть во всех поясах, обусловлены прежде всего свойствами земной поверхности — суши или океана);
2. типы климата *западных и восточных побережий материков* (в тропическом, субтропическом, умеренном поясах), связанные с неодинаковыми условиями циркуляции атмосферы и с морскими течениями.

