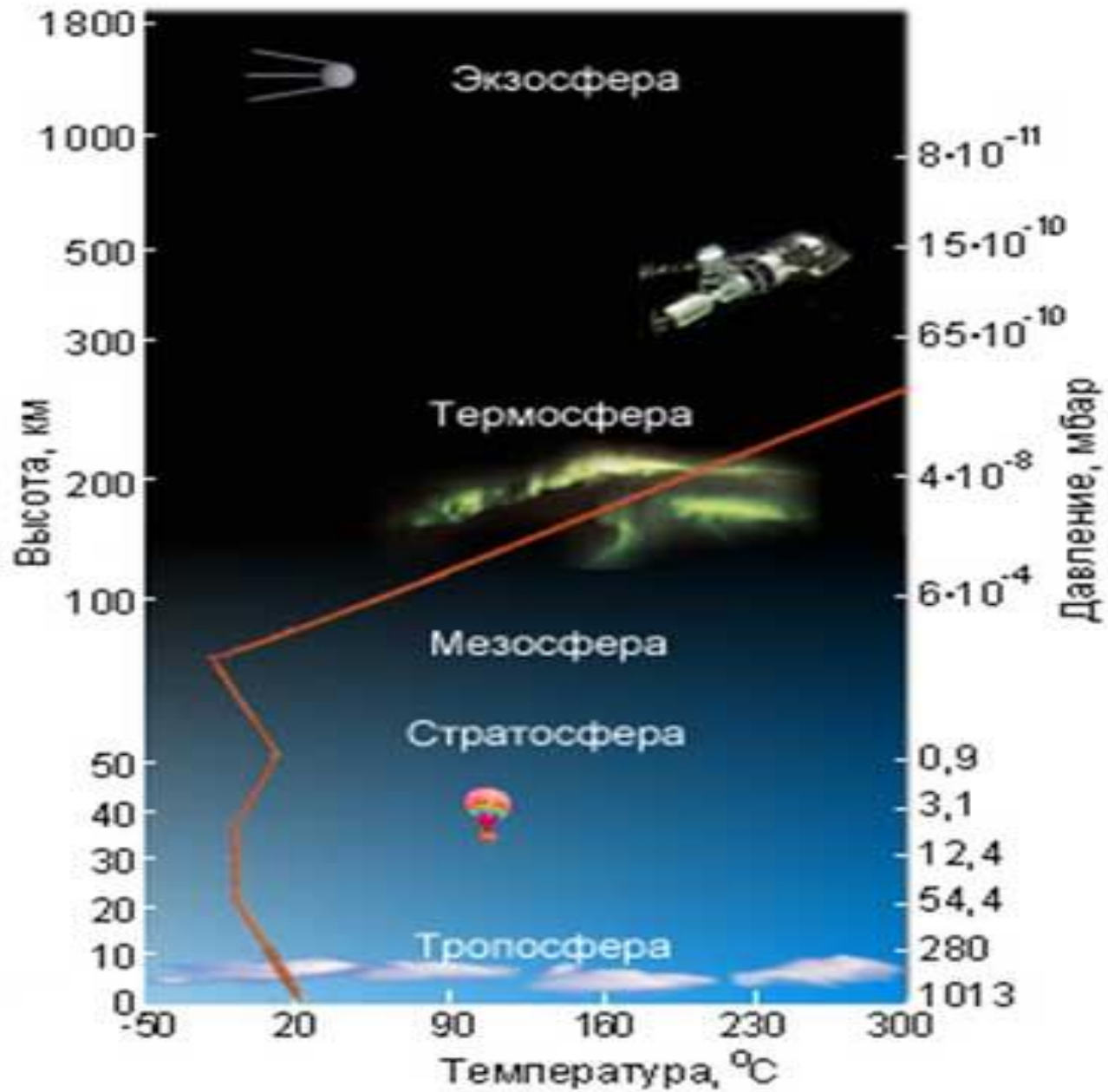


# Атмосфера и климат Земли.

- АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ.
- КЛИМАТ ЗЕМЛИ.
- ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ.

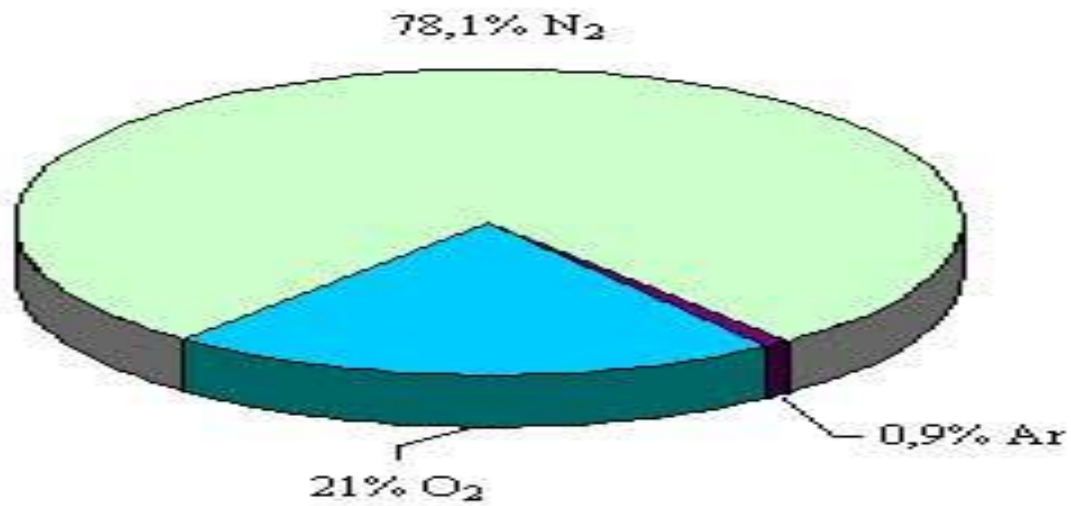


- **Тропосфера.** Самый нижний и наиболее плотный слой атмосферы, в котором температура быстро уменьшается с высотой, называется тропосферой. Он содержит до 80% всей массы атмосферы и простирается в полярных и средних широтах до высот 8–10 км, а в тропиках до 16–18 км. Здесь развиваются практически все погодообразующие процессы, происходит тепловой- и влагообмен между Землей и ее атмосферой, образуются облака, возникают различные метеорологические явления, возникают туманы и осадки. Эти слои земной атмосферы находятся в конвективном равновесии и, благодаря активному перемешиванию имеют однородный химический состав, в основном, из молекулярных азота (78%) и кислорода (21%). В тропосфере сосредоточено подавляющее количество природных и техногенных аэрозольных и газовых загрязнителей воздуха. Динамика нижней части тропосферы толщиной до 2 км сильно зависит от свойств подстилающей поверхности Земли, определяющей горизонтальные и вертикальные перемещения воздуха (ветры), обусловленные передачей тепла от более нагретой суши, через ИК-излучение земной поверхности, которое поглощается в тропосфере, в основном, парами воды и углекислого газа (парниковый эффект). Распределение температуры с высотой устанавливается в результате турбулентного и конвективного перемешивания. В среднем оно соответствует падению температуры с высотой примерно на 6,5 К/км.
- Скорость ветра в приземном пограничном слое сначала быстро растет с высотой, а выше она продолжает увеличиваться на 2–3 км/с на каждый километр. Иногда в тропосфере возникают узкие планетарные потоки (со скоростью более 30 км/с), западные в средних широтах, а вблизи экватора – восточные. Их называют струйными течениями.

# ТРОПОСФЕРА ЗЕМЛИ



## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРЫ



- **Стратосфера.** Через тропопаузу, в среднем на высотах от 12 до 50 км, тропосфера переходит в стратосферу. В нижней части, на протяжении около 10 км, т.е. до высот около 20 км, она изотермична (температура около 220 К). Затем она растет с высотой, достигая максимума около 270 К на высоте 50–55 км. Здесь находится граница между стратосферой и выше лежащей мезосферой, называемая стратопаузой.
- В стратосфере значительно меньше водяных паров. Все же иногда наблюдаются – тонкие просвечивающие перламутровые облака, изредка возникающие в стратосфере на высоте 20–30 км. Перламутровые облака видны на темном небе после захода и перед восходом Солнца. По форме перламутровые облака напоминают перистые и перисто-кучевые облака.

- **Средняя атмосфера (мезосфера).** На высоте около 50 км с пика широкого температурного максимума начинается мезосфера. Причиной увеличения температуры в области этого максимума является экзотермическая (т.е. сопровождающаяся выделением тепла) фотохимическая реакция разложения озона. Озон возникает в результате фотохимического разложения молекулярного кислорода  $O_2$
- Озон жадно поглощает ультрафиолетовое излучение в области от 2000 до 3000Å, и это излучение разогревает атмосферу. Озон, находящийся в верхней атмосфере, служит своеобразным щитом, охраняющим нас от действия ультрафиолетового излучения Солнца. Без этого щита развитие жизни на Земле в ее современных формах вряд ли было бы возможным.
- В целом, на всем протяжении мезосферы температура атмосферы уменьшается до минимального ее значения около 180 К на верхней границе мезосферы (называемой мезопауза, высота около 80 км). В окрестности мезопаузы, на высотах 70–90 км, может возникать очень тонкий слой ледяных кристаллов и частиц вулканической и метеоритной пыли, наблюдаемый в виде красивого зрелища серебристых облаков вскоре после захода Солнца.
- В мезосфере большей частью сгорают попадающие на Землю мелкие твердые метеоритные частицы, вызывающие явление метеоров.

**СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА.** На всем протяжении мезосферы температура атмосферы уменьшается до минимального ее значения около 180 К на верхней границе мезосферы (называемой мезопауза, высота около 80 км) здесь может возникать очень тонкий слой ледяных кристаллов и частиц вулканической и метеоритной пыли, наблюдаемый в виде красивого зрелища серебристых облаков вскоре после захода Солнца.

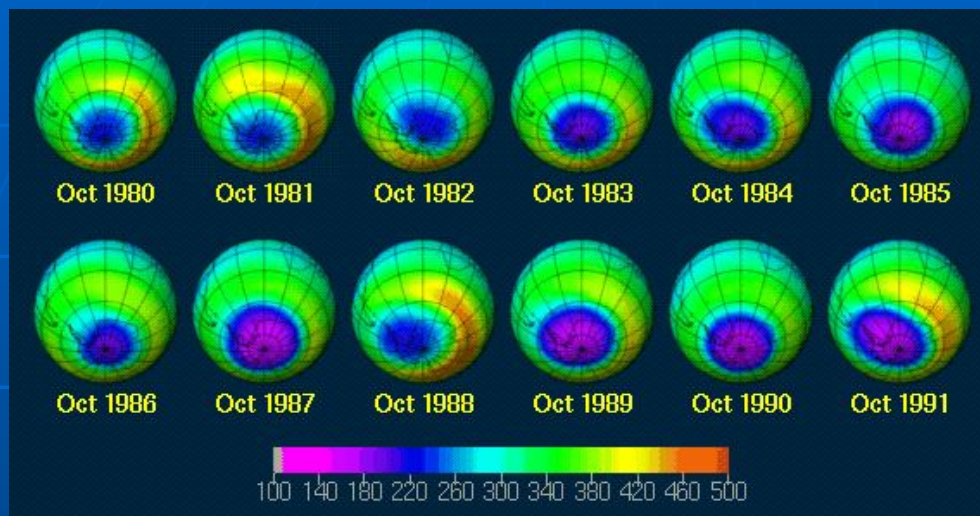


- **Термосфера.** Выше температурного минимума мезопаузы начинается термосфера, в которой температура, сначала медленно, а потом быстро вновь начинает расти. Причиной является поглощение ультрафиолетового, излучения Солнца на высотах 150–300 км, обусловленное ионизацией атомарного кислорода.
- В термосфере температура непрерывно растет до высоты около 400 км, где она достигает днем в эпоху максимума солнечной активности 1800 К. В эпоху минимума эта предельная температура может быть меньше 1000 К. Выше 400 км атмосфера переходит в изотермичную экзосферу. Критический уровень (основание экзосферы) находится на высоте около 500 км.
- Полярные сияния и множество орбит искусственных спутников, а так же серебристые облака – все эти явления происходят в мезосфере и термосфере.

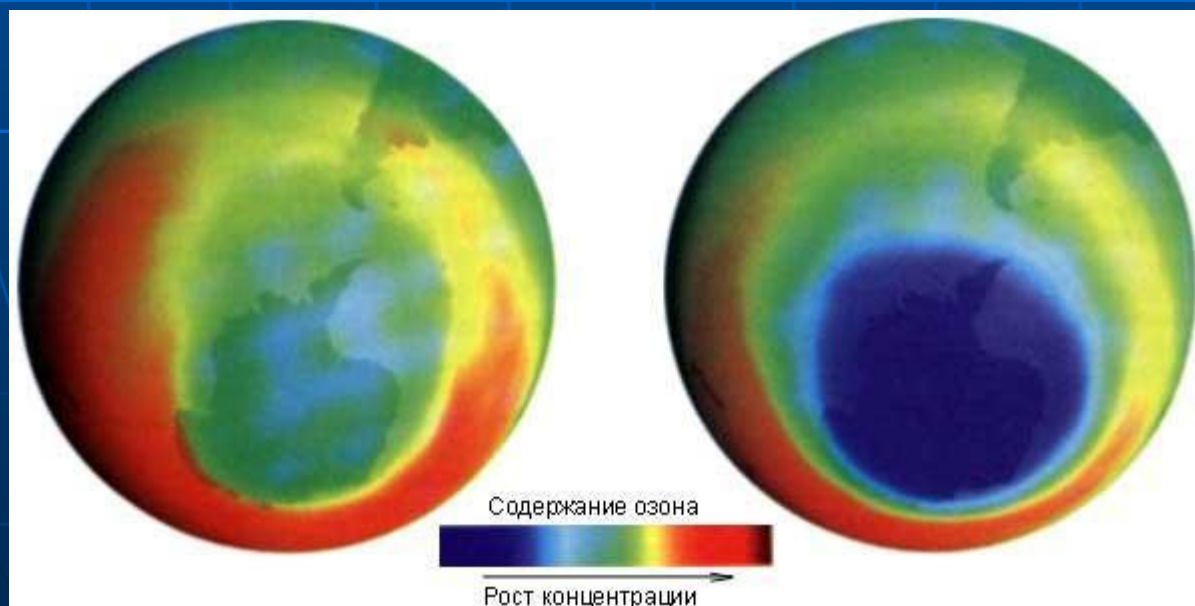


- **Озоносфера.** На высотах 20–25 км достигается максимальная концентрация ничтожного количества озона  $O_3$  (до  $2 \times 10^{-7}$  от содержания кислорода!), который возникает под действием солнечного ультрафиолетового излучения на высотах примерно от 10 до 50 км, защищая планету от ионизирующего солнечного излучения. Несмотря на исключительно малое количество молекул озона, они предохраняют все живое на Земле от губительного действия коротковолнового (ультрафиолетового и рентгеновского) излучения Солнца. Если осадить все молекулы к основанию атмосферы, то получится слой, толщиной не более 3–4 мм! На высотах более 100 км растет доля легких газов, и на очень больших высотах преобладают гелий и водород; многие молекулы диссоциируют на отдельные атомы, которые, ионизуясь под действием жесткого излучения Солнца, образуют ионосферу. Давление и плотность воздуха в атмосфере Земли с высотой убывают. В зависимости от распределения температуры атмосферу Земли подразделяют на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу.
- На высоте 20–25 км располагается *озонный слой*. Озон образуется за счет распада молекул кислорода при поглощении ультрафиолетового излучения Солнца с длинами волн короче 0,1–0,2 мкм. Свободный кислород соединяясь с молекулами  $O_2$  и образует озон  $O_3$ , который жадно поглощает весь ультрафиолет короче 0,29 мкм. Молекулы озона  $O_3$  легко разрушаются под действием коротковолнового излучения. Поэтому, несмотря на свою разреженность, озонный слой эффективно поглощает ультрафиолетовое излучение Солнца, прошедшее сквозь более высокие и прозрачные атмосферные слои. Благодаря этому живые организмы на Земле защищены от губительного воздействия ультрафиолетового света Солнца.

## УВЕЛИЧЕНИЕ ОЗОНОВОЙ ДЫРЫ с октября 1980 по октябрь 1991 г



## СОДЕРЖАНИЕ И РОСТ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА

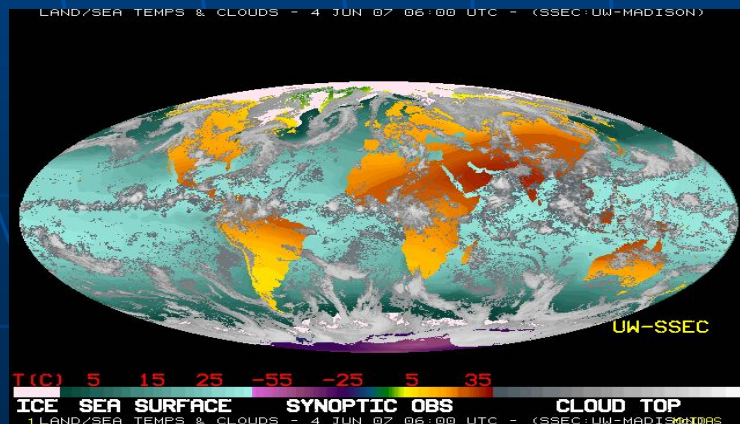


- **Ионосфера.** Излучение Солнца ионизирует атомы и молекулы атмосферы. Степень ионизации становится существенной уже на высоте 60 километров и неуклонно растет с удалением от Земли. На различных высотах в атмосфере происходят последовательно процессы диссоциации различных молекул и последующая ионизация различных атомов и ионов. В основном это молекулы кислорода  $O_2$ , азота  $N_2$  и их атомы. В зависимости от интенсивности этих процессов различные слои атмосферы, лежащие выше 60-ти километров, называются ионосферными слоями, а их совокупность ионосферой. Нижний слой, ионизация которого незначительна, называют нейтросферой.
- Максимальная концентрация заряженных частиц в ионосфере достигается на высотах 300–400 км

- Экзосфера – внешний слой атмосферы Земли, начинающийся с высот в несколько сотен км, из которого легкие, быстро движущиеся атомы водорода могут ускользнуть в космическое пространство. **Воздушные течения.**

**Воздушные течения.** С планетарным распределением давления связана сложная система воздушных течений. Некоторые из них сравнительно устойчивы, а другие постоянно изменяются в пространстве и во времени. К устойчивым воздушным течениям относятся пассаты, которые направлены от субтропических широт обоих полушарий к экватору, и муссоны в средних широтах преобладают воздушные течения западного направления (с Запада на Восток), в которых возникают крупные вихри – циклоны и антициклоны, обычно простирающиеся на сотни и тысячи километров. Циклоны наблюдаются и в тропических широтах, где они отличаются меньшими размерами, но особенно большими скоростями ветра, часто достигающими силы урагана (т.н. тропические циклоны). В верхней тропосфере и нижней стратосфере часто возникают сравнительно узкие (в сотни километров шириной) струйные течения, с резко очерченными границами, в пределах которых ветер достигает больших скоростей до 100–150 м/с.

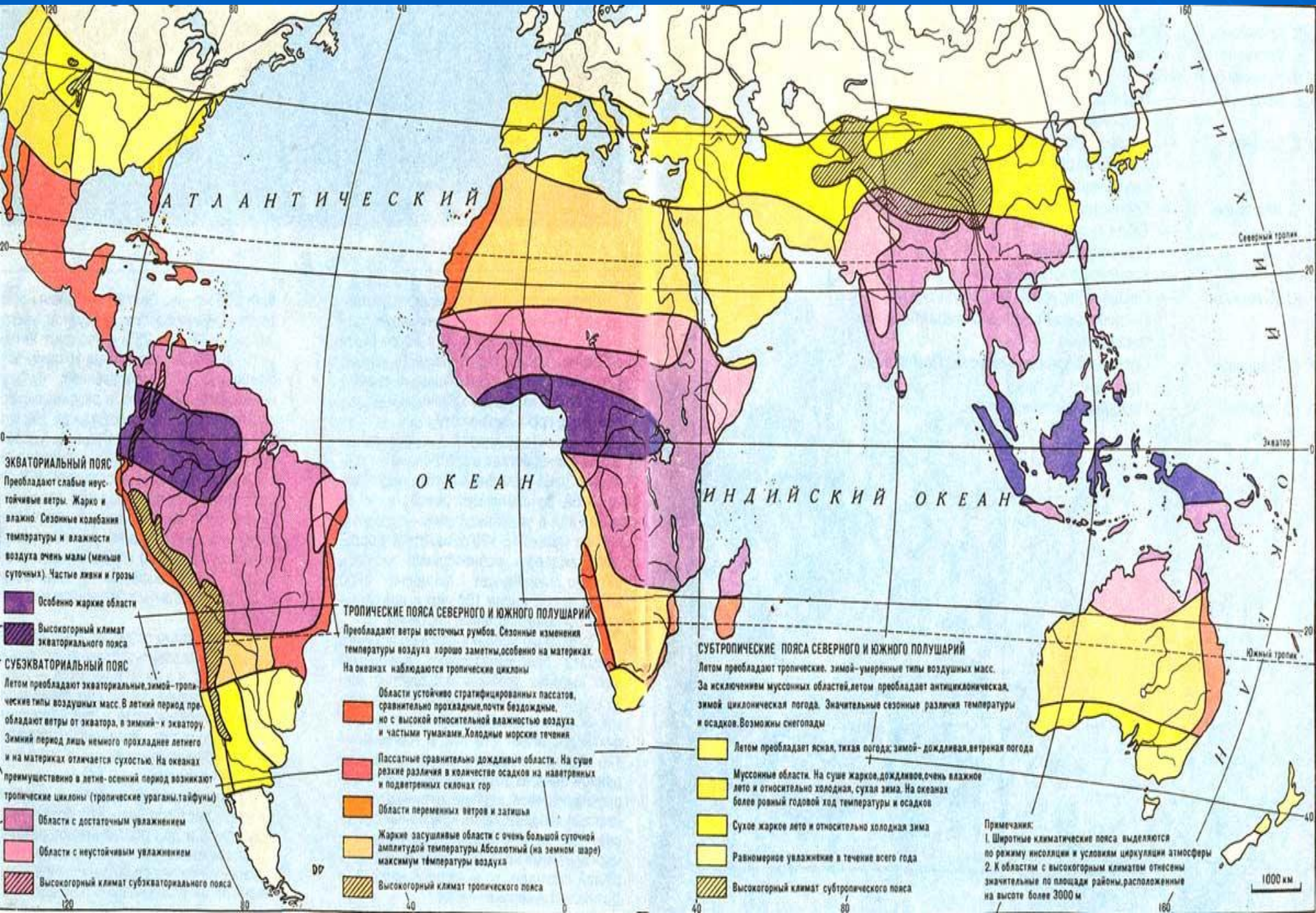
### Изменения температуры.



# КЛИМАТ ЗЕМЛИ

- **Клі́мат** (греч. κλίμα (klimatos) — наклон[1]) — многолетний статистический режим погоды, характерный для данной местности в силу её географического положения.
- Под климатом принято понимать осреднённое значение погоды за длительный промежуток времени (порядка нескольких десятилетий) то есть климат - это средняя погода. Таким образом, погода — это мгновенное состояние некоторых характеристик (температура, влажность, атмосферное давление). Отклонение погоды от климатической нормы не может рассматриваться как изменение климата, например, очень холодная зима не говорит о похолодании климата. Для выявления изменений климата нужен значимый тренд характеристик атмосферы за длительный период времени порядка десятка лет.

# Климатическая карта мира.



- **Климатические пояса**
  - Экваториальный пояс
    - Экваториальный климат
  - Субэкваториальный пояс
    - Тропический муссонный климат
  - Тропический пояс
    - Тропический сухой климат
    - Тропический влажный климат
  - Субтропический пояс
    - Средиземноморский климат
    - Субтропический континентальный климат
    - Субтропический муссонный климат
  - Умеренный пояс
    - Умеренный морской климат
    - Умеренно-континентальный климат
    - Умеренный континентальный климат
    - Умеренный резко континентальный климат
    - Умеренный муссонный климат
  - Субполярный пояс
    - Субарктический климат
    - Субантарктический климат
  - Полярный пояс
    - Арктический климат
    - Антарктический климат

# Экваториальный климат

- **Экваториальный климат** — климат влажных лесов экваториального пояса со слабыми ветрами, очень малыми годовыми колебаниями температур (24-28 °С на уровне моря) и обильными осадками (от 1,5 тыс. до 5 тыс. мм в год), выпадающими более или менее равномерно в течение всего года.
- Пониженное давление, обильные тропические дожди, высокая температура но без засушливых периодов создают условия для произрастания влажноэкваториальных лесов и возделывания ценных тропических культур (саговая и кокосовая пальмы, бананы, ананасы, какао. Экваториальный климат распространён на обширной территории Экваториальной Африки, в бассейне Амазонки в Южной Америке, местами в Центральной Америке и Индонезии. Сходные климаты, но под воздействием иных циркуляционных процессов формируются также в особых условиях рельефа в пределах соседних районов с экваториальных муссонов климатом



## Полярный климат

**Полярный климат** — климат полярных районов Земли, тип климата, присущий Арктике. Минимальные температуры в этих районах иногда снижаются до  $-55$ ,  $-60$  °C, близкие к  $0$  °C средние температуры воздуха летних месяцев при отрицательной среднегодовой температуре.

Значительная часть арктических островов и гор в пределах материковой части Арктики занята мощными ледниками, общая площадь которых превышает 2 млн км<sup>2</sup>. Большая часть всей водной поверхности за Полярным кругом в течение всего года покрыта льдами, около 11 млн. км<sup>2</sup> зимой и примерно 8 млн. км<sup>2</sup> летом. Толщина однолетних льдов обычно 1-2 м, а многолетних 3-4 м. Торосы имеют высоту 3-5 м, в редких случаях до 10-15 м. Только в полярных областях встречаются айсберги и ледяные острова - оторвавшиеся участки шельфовых ледников. Полярные день и ночь обуславливают крайне неравномерное поступление солнечного тепла в течение года.

Баланс в южных районах Арктики положительный, составляет 420-630 Мдж/(м<sup>2</sup> в год) [10-15 ккал/(см<sup>2</sup> в год)], фактически в 2-3 раза меньше, чем в умеренных широтах, а в Арктическом бассейне, как правило, отрицательный [потеря тепла 85-125 Мдж/(м<sup>2</sup> в год) или 2-3 ккал/(см<sup>2</sup> в год)]. Потери компенсируется притоком тёплых водных и воздушных масс.

## Антарктический климат

**Антарктический климат** — климат Антарктиды и примыкающих к ней океанических районов Антарктики.

Внутриматериковые районы, над которыми развит Антарктический антициклон, характеризуются очень низкими температурами, слабыми ветрами. На береговом склоне осадки значительно возрастают, а ветры усиливаются, развиваются стоковые ветры. На побережье ветры очень сильны, температуры сравнительно высоки. Над антарктическими частями океанов — резкие колебания давления, сильные циклонические ветры, сравнительно однородный температурный режим.

Антарктический климат полярный континентальный (исключая побережье). Несмотря на то, что в Центральной Антарктиде зимой в течение нескольких месяцев продолжается полярная ночь, годовая суммарная радиация приближается к годовой суммарной радиации экваториальной зоны [станция Восток — 5 Гдж/(м<sup>2</sup> год) или 120 ккал/(см<sup>2</sup> год)], а летом достигает очень больших значений — до 1,25 Гдж/(м<sup>2</sup> мес) или 30 ккал/(см<sup>2</sup> мес). Однако до 90 % приходящего тепла отражается снежной поверхностью обратно в мировое пространство и только 10 % идёт на её нагревание. Поэтому радиационный баланс  $A$  отрицательный, а температура воздуха очень низка

## Субарктический пояс

природный географический пояс в Северном полушарии между арктическим поясом на севере и умеренным на юге. Субарктический пояс включает зоны тундры и лесотундры.

В субарктическом поясе:

- холодный климат;
- большая часть атмосферных осадков выпадает в твердом виде, снежный покров лежит 7-8 месяцев. Для субарктического пояса характерны многолетняя мерзлота и связанные с ней формы рельефа.

Субтропические пояса - природные географические пояса Северного и Южного полушарий, приблизительно между 30 и 40 градусами с.ш. и ю.ш., между умеренными и тропическими поясами. В субтропических поясах преобладает субтропический климат.

Субтропические пояса отличаются чередованием умеренных (зимой) и тропических (летом) термических режимов и часто резкими сезонными различиями увлажнения.

Термические условия допускают круглогодичную вегетацию растений.

В пределах суши Северного полушария количество атмосферных осадков и их режим значительно изменяются от приокеанических районов к внутриматериковым, что в сочетании с увеличением в этом же направлении континентальности климата определяет существенные ландшафтные различия и формирование:

- зон субтропических вечнозеленых лесов и кустарников;
- зон субтропических муссонных смешанных лесов;
- лесостепных зон;
- зон субтропических степей;
- субтропических полупустынь;
- субтропических пустынь.

# Субэкваториальные пояса

- Субэкваториальные пояса - природные географические пояса Северного и Южного полушарий, между экваториальным и тропическим поясами. Климат субэкваториальных поясов характеризуется господством экваториальных муссонов с сухой зимой и влажным летом, температура постоянно высокая. В субэкваториальных поясах
  - на суше выделяются зоны саванн и редколесий и субэкваториальных муссонных смешанных лесов.
  - поверхностные воды океанов в течение всего года имеют температуру около 25 град.С, соленость, близкую к норме

## Тропические пояса

Тропические пояса - природные географические пояса Северного и Южного полушарий, в основном от 20 до 30 градусов с.ш. и ю.ш. между субтропическим и субэкваториальными поясами.

Для тропических поясов характерно преобладание пассатной циркуляции, способствующей формированию жаркого и сухого тропического климата. В

тропических поясах:

- температуры постоянно высокие;
- в восточных секторах материков выделяются влажный и сухой сезоны;
- осадков менее 200 мм в год;
- на суше преобладают полупустыни и пустыни, в более увлажненных местах - саванны и листопадные леса.

Под тропическими поясами иногда понимают всю полосу суши и океанов между субтропиками обоих полушарий.

В тропических поясах выделяются полупустынные тропические зоны, пустынные зоны, саванновые зоны и зоны тропических лесов.

## Умеренные пояса

Умеренные пояса - географические пояса Земли, расположенные в умеренных широтах:

- в Северном полушарии - между субарктическим и субтропическим поясами:  
от 65 до 40 град. с.ш.;
- в Южном полушарии - между субантарктическим и субтропическим поясами:  
от 58 до 42 град. ю.ш.

Для умеренных поясов характерна четкая сезонность термического режима с продолжительной снежной зимой с образованием на суше снежного покрова и значительным ослаблением или прекращением зимой вегетации растений.

В естественных ландшафтах умеренных поясов в Евразии с севера на юг последовательно сменяются хвойные, смешанные и широколиственные леса, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни.

Умеренные пояса включают зоны: океанических лугов, лесные, лесостепные, степные, полупустынь и пустынь.