

Л3. Атмосфера и ее строение

Оболочки Земли

Внешние

Атмосфера

Литосфера

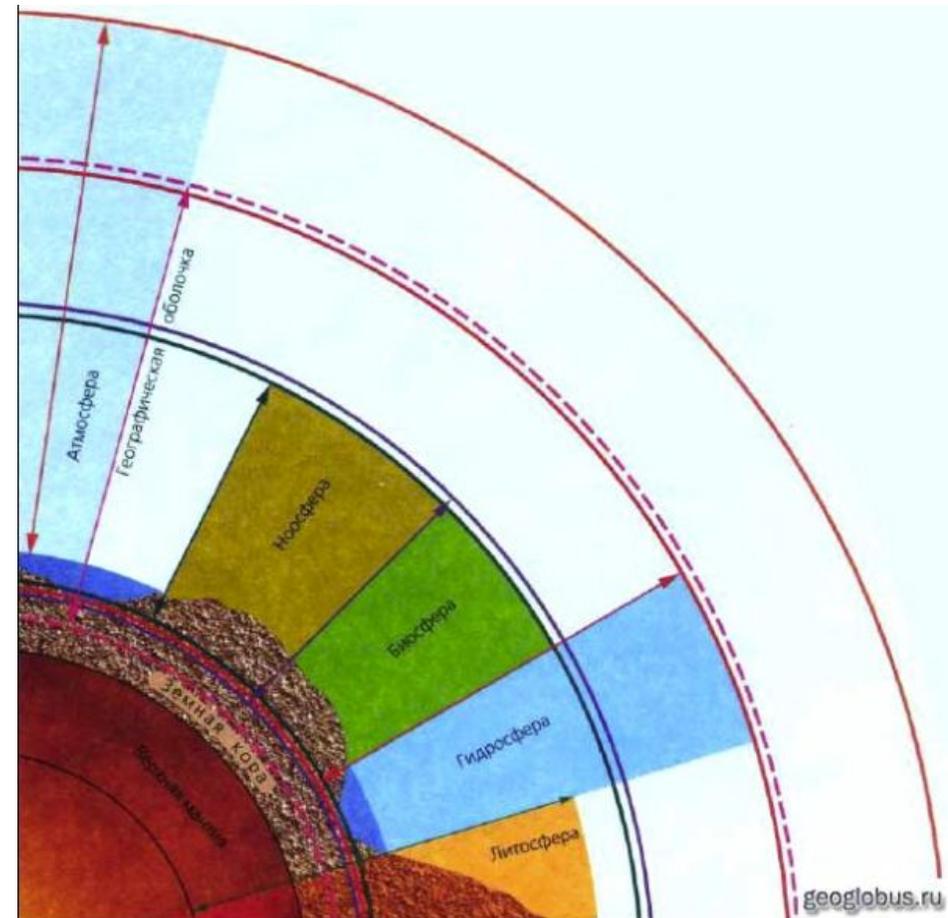
Гидросфера

Биосфера

Внутренние

Мантия

Ядро



Атмосфера – воздушная оболочка, окружающая Землю и вращающаяся вместе с ней вокруг оси.

Состав

Смесь газов – воздух, содержащий (у земной поверхности):

- азота 78%; кислорода 21%; инертные газы 0,93% – гелий, неон, аргон, криптон, ксеон, радон; углекислый газ 0,03%; пар и примеси 0,03%; озон (O_3) 0,01%.

Содержание углекислого газа возрастает в связи со сжиганием все большего количества угля, нефти, природного газа. Озоновый слой задерживает губительную для живых организмов ультрафиолетовую радиацию. Выше этого слоя температура в атмосфере повышается. Количество водяного пара с удалением от поверхности быстро падает: на высоте 2 км его уже в два раза меньше, чем у поверхности, а выше 70–80 км атмосфера практически сухая.

Физические свойства

кислород O_2

- при $t^\circ = -182,9^\circ C$ превращается в жидкость
- при $t^\circ = -218,7^\circ C$ – в кристаллы синего цвета
- поддерживает горение и дыхание

озон O_3

- газ имеет слабый фиолетовый оттенок
- хрупкое, легко распадающееся соединение
- при $t^\circ = -111,9^\circ C$ превращается в темно-синюю жидкость
- при $t^\circ = -192,5^\circ C$ – в кристаллы фиолетового цвета
- поглощает ультрафиолетовые излучения Солнца

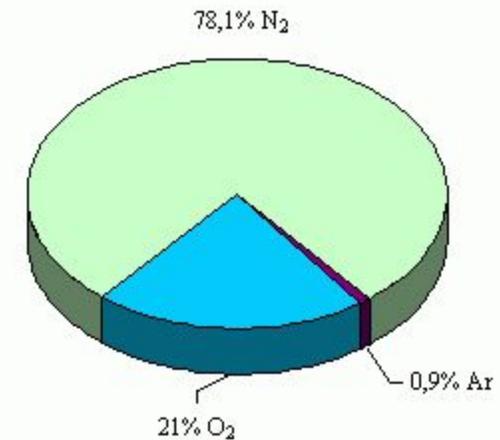
Температура воздуха в тропосфере убывает с высотой в среднем на $0,6^\circ$ на каждые 100 м и достигает у верхней границы $55^\circ C$. Интенсивное вертикальное движение воздуха – конвекция; горизонтальное перемещение воздуха – ветры.

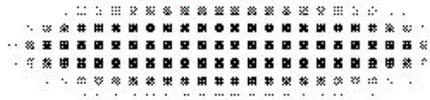
АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ

- **КРАТКАЯ ИСТОРИЯ АТМОСФЕРЫ.**

- В первые миллиарды лет существования Земли её атмосфера сильно отличалась от нынешней. Изначально она представляла собой смесь азота, углекислого газа и водяных паров. На ранней стадии образования Земли вулканы непрерывно извергали углекислый газ, который, подобно одеялу, согревал молодую планету. Когда стабилизировалась атмосфера, появились первые организмы, способные вырабатывать кислород.

В течение последнего миллиарда лет концентрация кислорода остаётся постоянной.









АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ-
это
"газовая пленка"
на ее поверхности

Нижняя область атмосферы
совпадает с тропосферой.
Прямое влияние СОЛНЦА
на эту область мало,
атмосфера греется
от земной поверхности.
Облака, воздушные течения,
промышленные отходы.

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ АТМОСФЕРЫ (один из многих вариантов)



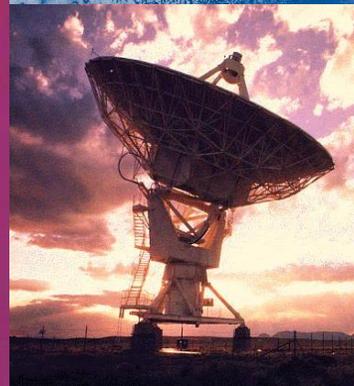
Верхняя область
атмосферы -
все что над тропосферой.
Фотоионизация,
фотодиссоциация,
свечение ночного неба,
полярные сияния.

Доверяй, но проверяй
Continuation follows

Современные методы исследования атмосферы

Для изучения атмосферы могут использоваться:

<i>психрометрические будки</i>
<i>высокие башни и мачты</i>
<i>аэростаты, шары-зонды, летающие лаборатории</i>
<i>Средства космического мониторинга: метеорологические и геофизические ракеты</i>
<i>искусственные спутники Земли</i>
<i>космические корабли и орбитальные станции</i>
<i>косвенные методы</i>





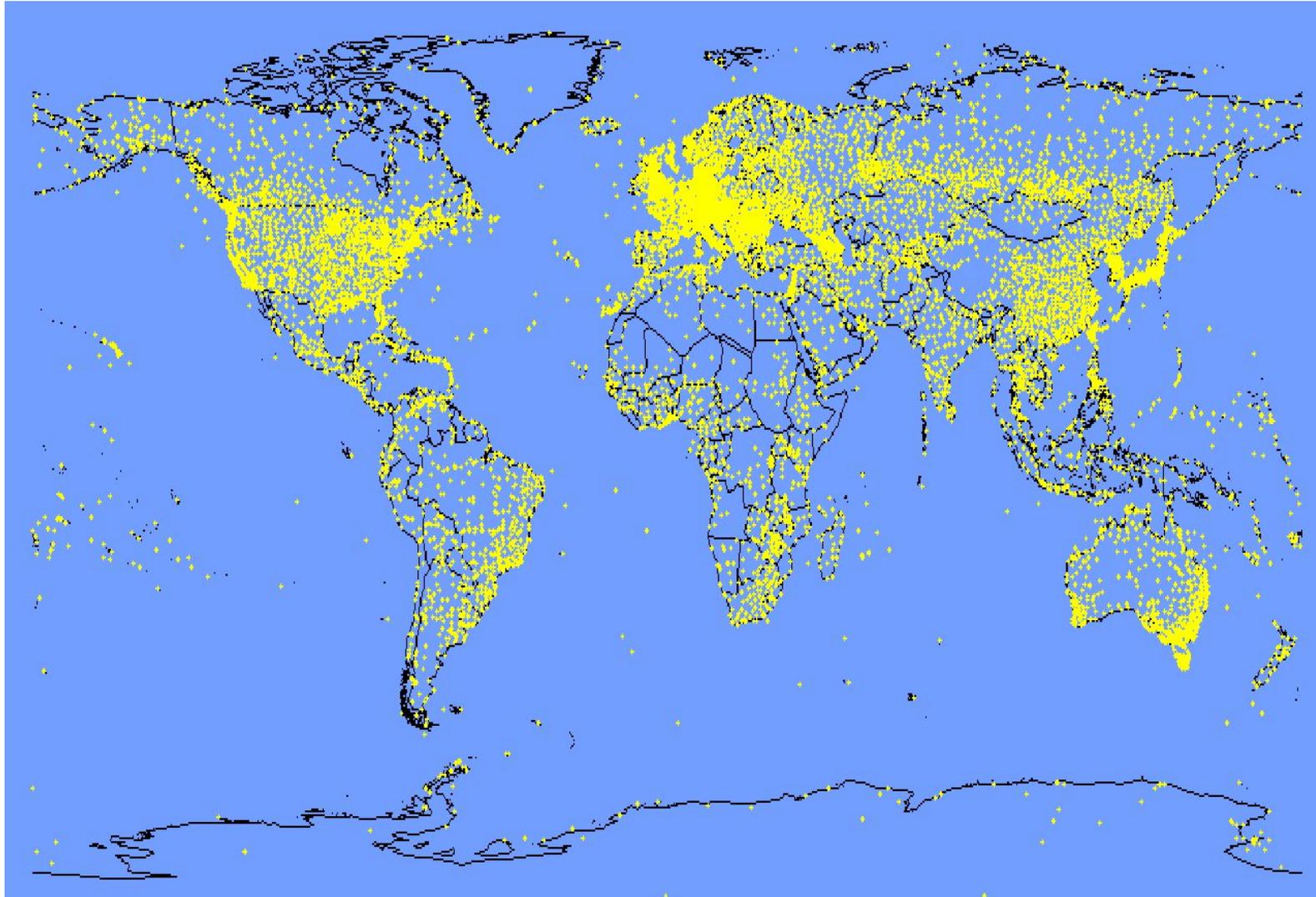
Изучение атмосферы

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.

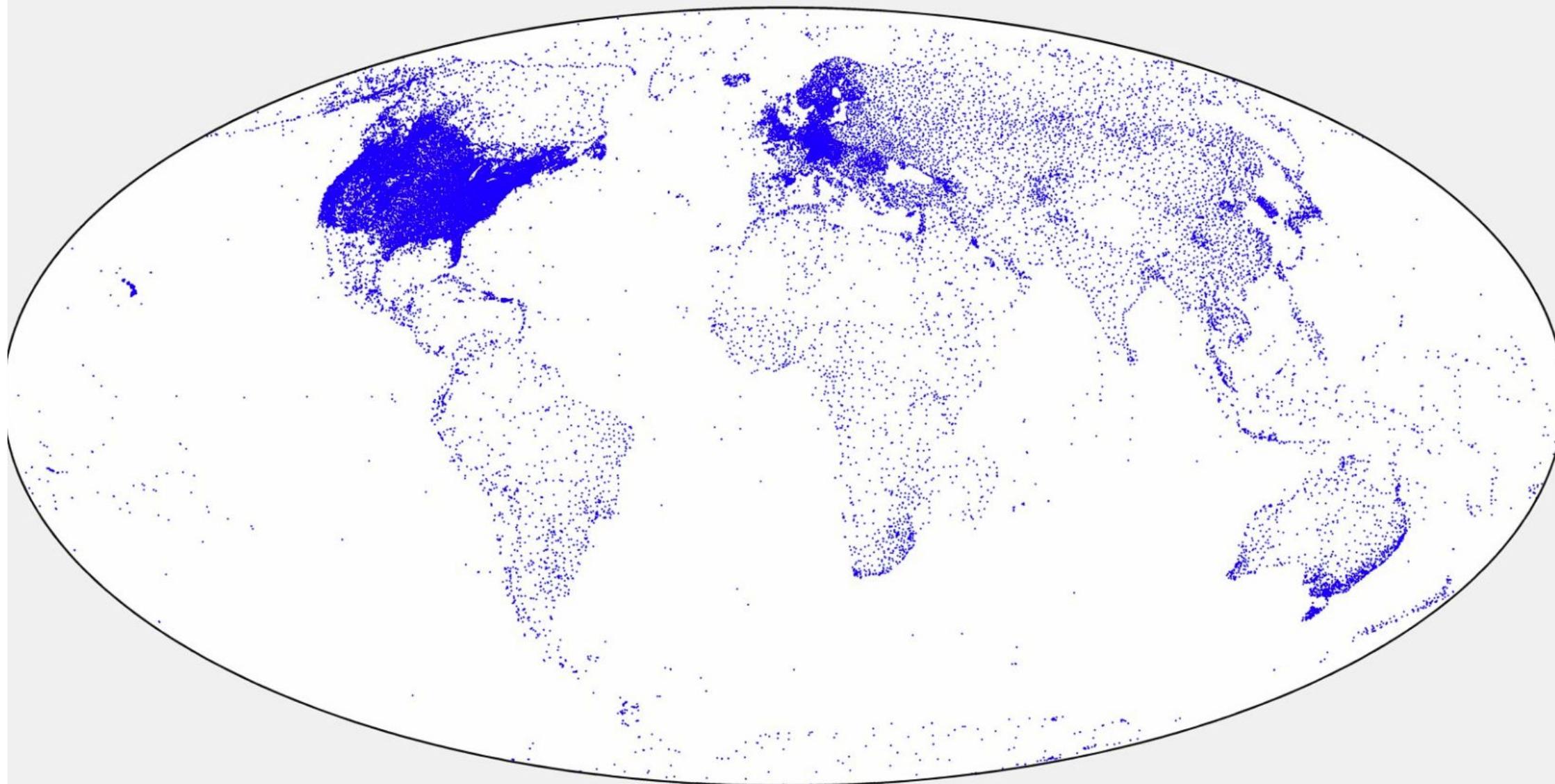


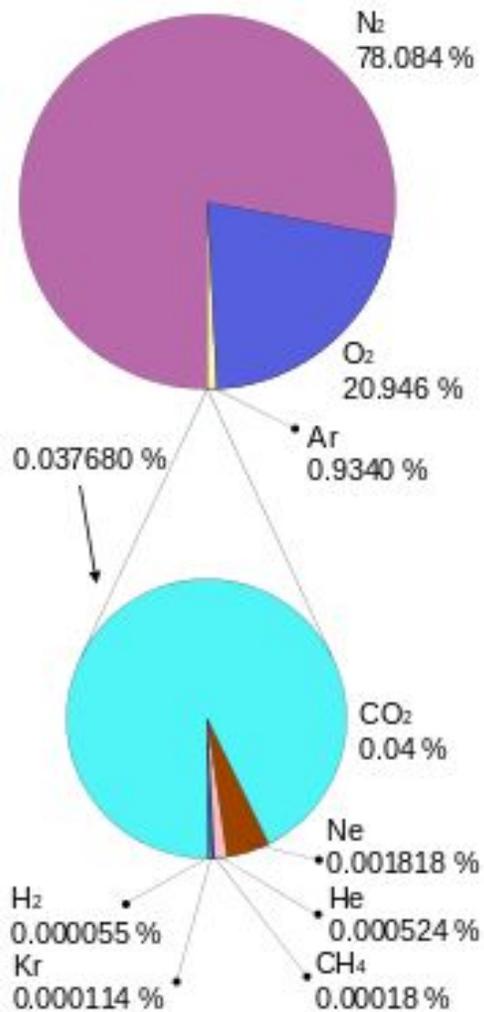
Расположение метеорологических станций на Земле



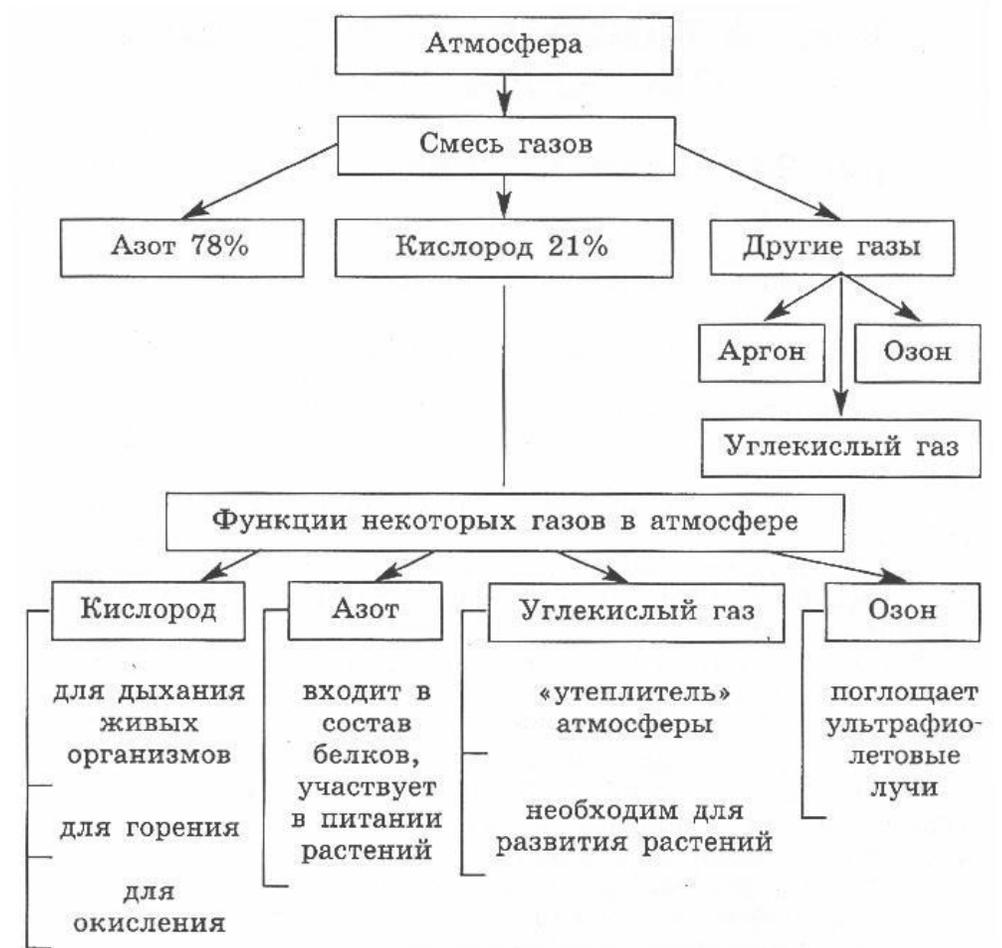
45 тыс.
метостанций

Map of Weather Stations (and nothing else)





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



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

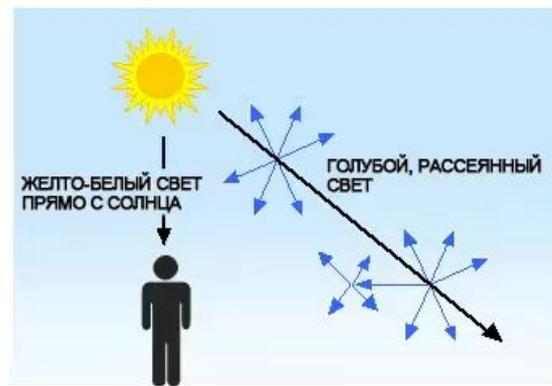
Концентрация газов, составляющих атмосферу, практически постоянна, исключением воды (H₂O) и углекислого газа (CO₂).



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) · 10¹⁸ кг. - 1/10000000 массы Земли

Половина массы атмосферы — в нижних 5 км;

¾ - в 10 км.

=> с подъемом вверх масса воздуха и давление уменьшатся

ЗНАЧЕНИЕ АТМОСФЕРЫ



Защита от вредных космических излучений



Защита от метеоритов



Условие для существования жизни



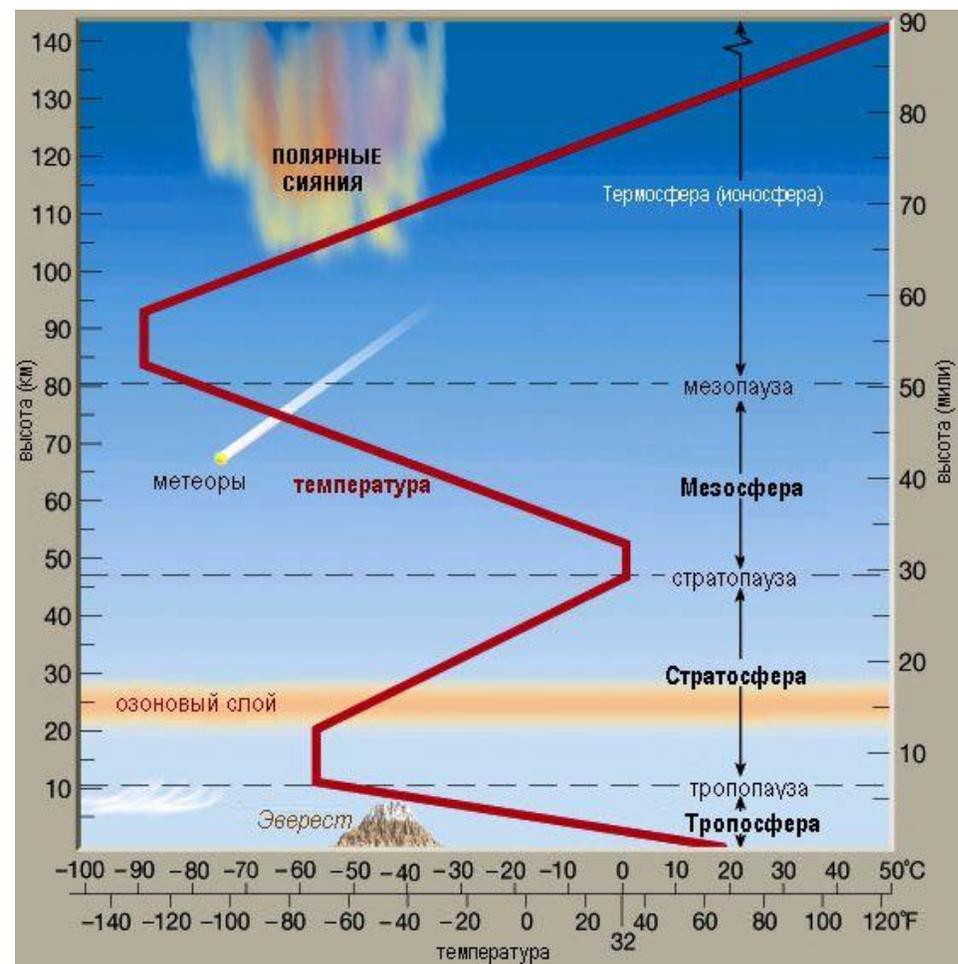
Образование осадков, ветра, звука



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. *τρόπος* — 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 термин «стратосфера» — для атмосферы, которая находится выше границы, и «тропосфера» — для нижнего слоя



Слой снегов, дождей и ветров –
Атмосферы слой живой,
Восемнадцать километров
Этот самый нижний слой.
Есть здесь всё, но в большей мере –
Кислород, азот,
В малых долях – йод и гелий,
Водород, неон, радон.

- На какую высоту поднялся самолёт? Если за его бортом температура – 30 градусов, а у поверхности Земли +12 градусов?
- Какая высота горы, если у подножия температура + 26 градусов, а на вершине – 10 градусов?
- Какова температура воздуха на Памире, если в июле у подножия она составляет + 36 градусов?

Адиабатический, или адиабатный процесс (от др.

греч. ἀδιάβατος «непроходимый») — термодинамический процесс в

макроскопической системе, при котором система не обменивается теплотой с окружающим пространством

Адиабатические процессы в атмосфере

– изменение температуры и плотности в поднимающемся или опускающемся воздухе без обмена теплом с окружающей средой.

Обеспечивается за счет большой скорости протекания процесса и малой теплопроводности воздуха.

Описывается уравнением Пуассона:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{p}{p_0} \right)^{0,286}$$

Следствия из уравнения Пуассона:

- Если давление в поднимающемся или опускающемся воздухе изменяется от p_0 до p , то температура изменяется от T_0 до T .
- При подъеме воздуха воздействие на него атмосферного давления ослабевает, что приводит к увеличению объема этого воздуха, уменьшению его плотности и, как следствие, к понижению температуры.
- При опускании воздуха он испытывает на себе возрастающее воздействие атмосферного давления, что приводит к уменьшению объема этого воздуха, увеличению его плотности и, как следствие, к росту температуры.

Адиабатические процессы в атмосфере

– изменение температуры и плотности в поднимающемся или опускающемся воздухе без обмена теплом с окружающей средой.

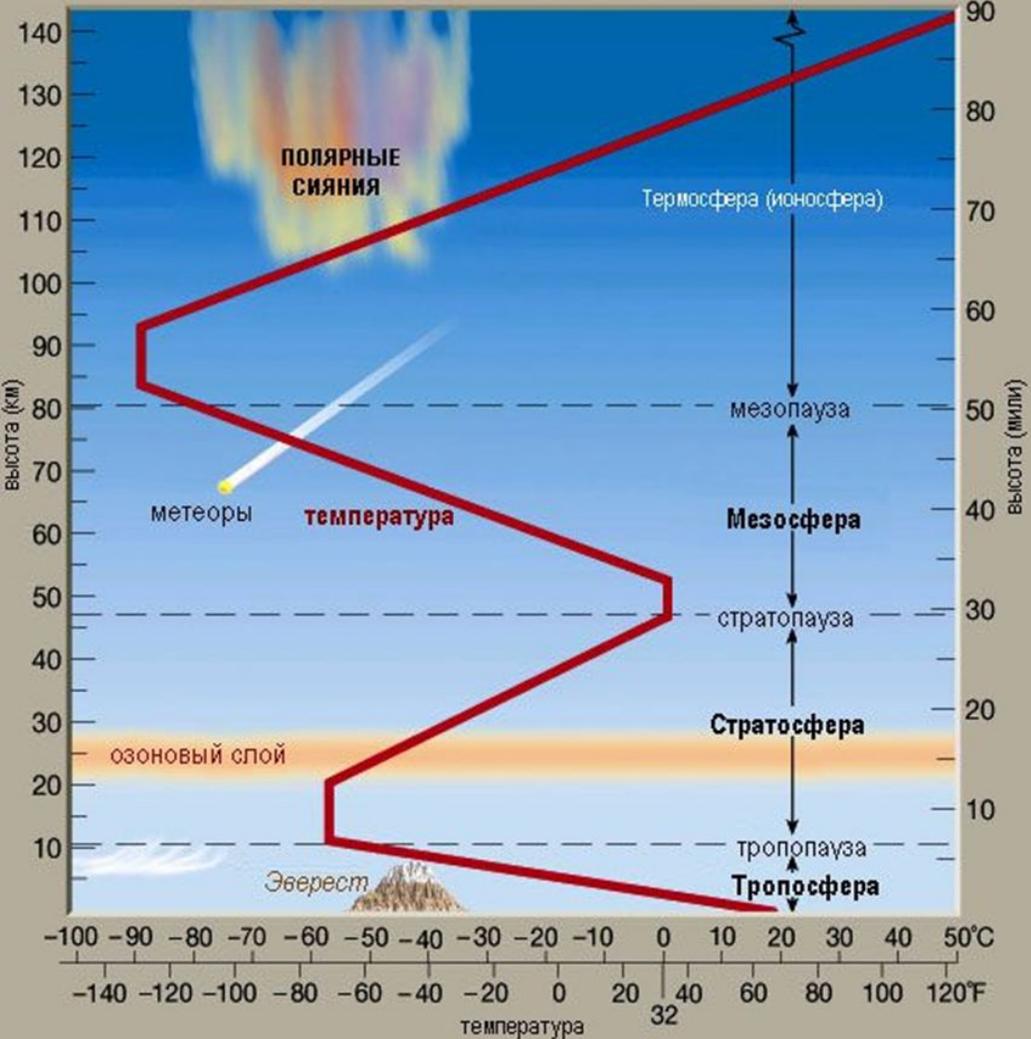
Обеспечивается за счет большой скорости протекания процесса и малой теплопроводности воздуха.

Описывается уравнением Пуассона:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{p}{p_0} \right)^{0,286}$$

Следствия из уравнения Пуассона:

- Если давление в поднимающемся или опускающемся воздухе изменяется от p_0 до p , то температура изменяется от T_0 до T .
- При подъеме воздуха воздействие на него атмосферного давления ослабевает, что приводит к увеличению объема этого воздуха, уменьшению его плотности и, как следствие, к понижению температуры.
- При опускании воздуха он испытывает на себе возрастающее воздействие атмосферного давления, что приводит к уменьшению объема этого воздуха, увеличению его плотности и, как следствие, к росту температуры.



Стратосфэра (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 CO₂ и H₂, выше 150 км — O₂, выше 300 км — N₂). На высоте 200—500 км в ионосфере происходит также ионизация газов, на высоте 320 км концентрация заряжённых частиц (O⁺², O⁻², N⁺²)

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 увеличением высоты, а стратопауза является слоем, где температура достигает максимума. Температура стратопазы — 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, постоянен и содержит около 80 % азота и 20 % кислорода.

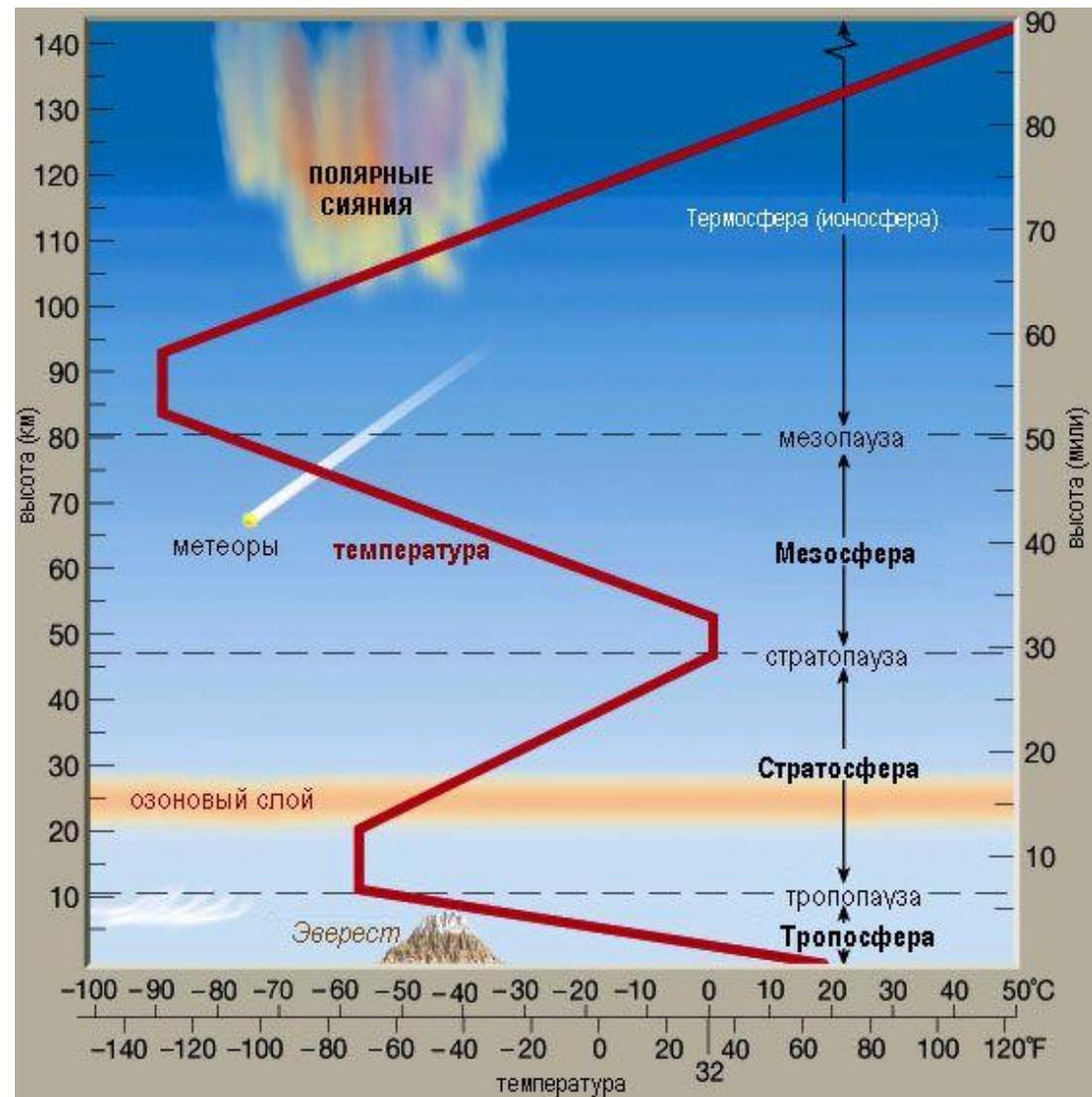
Метеоры начинают светиться и, как правило, полностью сгорают в мезосфере.

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 °C. 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.



ЦВЕТ МЕТЕОРОВ

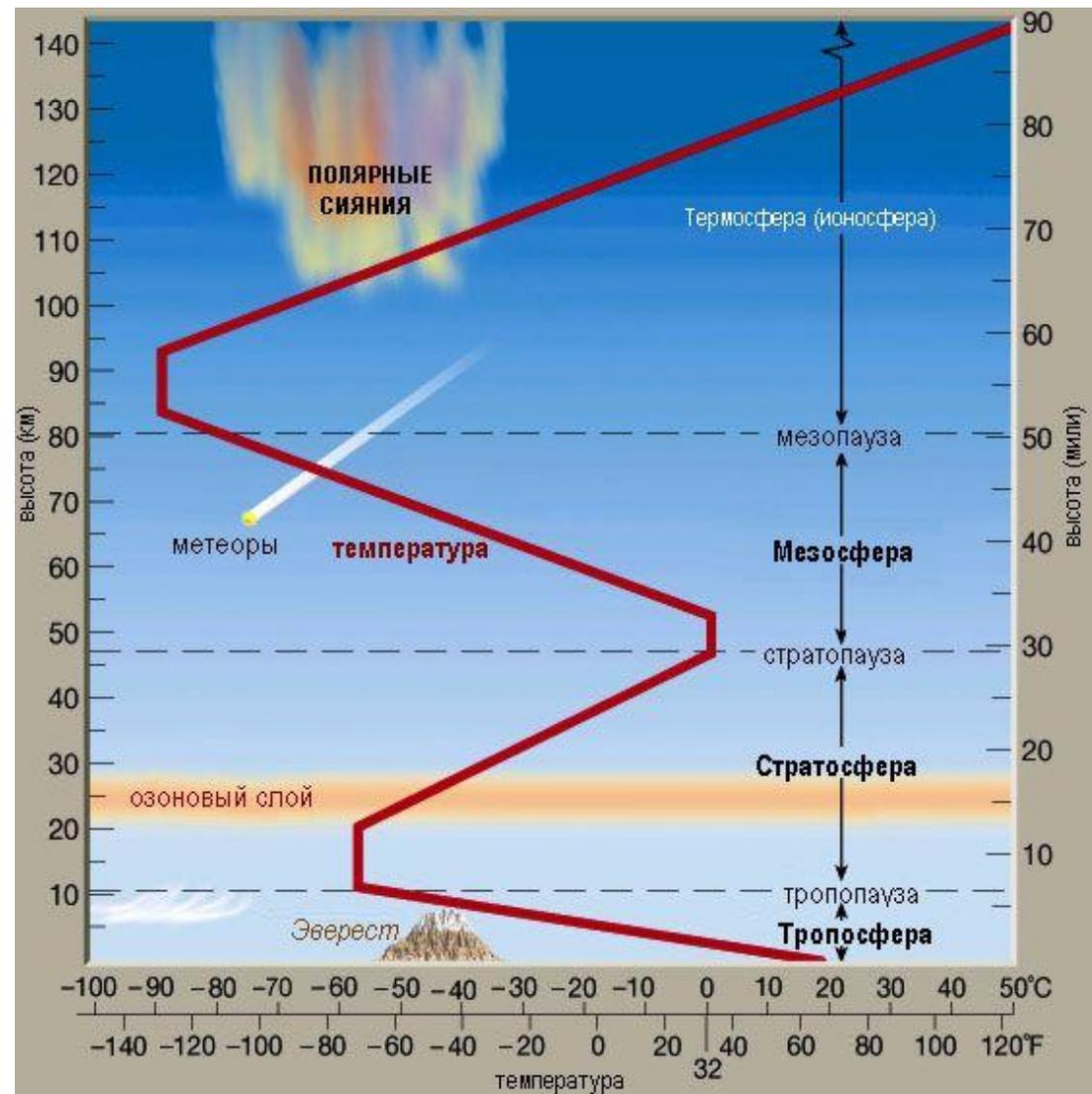
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА



В определенное время года в полярных регионах Земли сразу после захода солнца иногда можно увидеть высоко в небе электрические-голубые облака - **серебристые или полярными мезосферными облака.**

Мезосферные облака возникают, когда кристаллы льда образуются на крошечных остатках метеоров в верхней атмосфере.

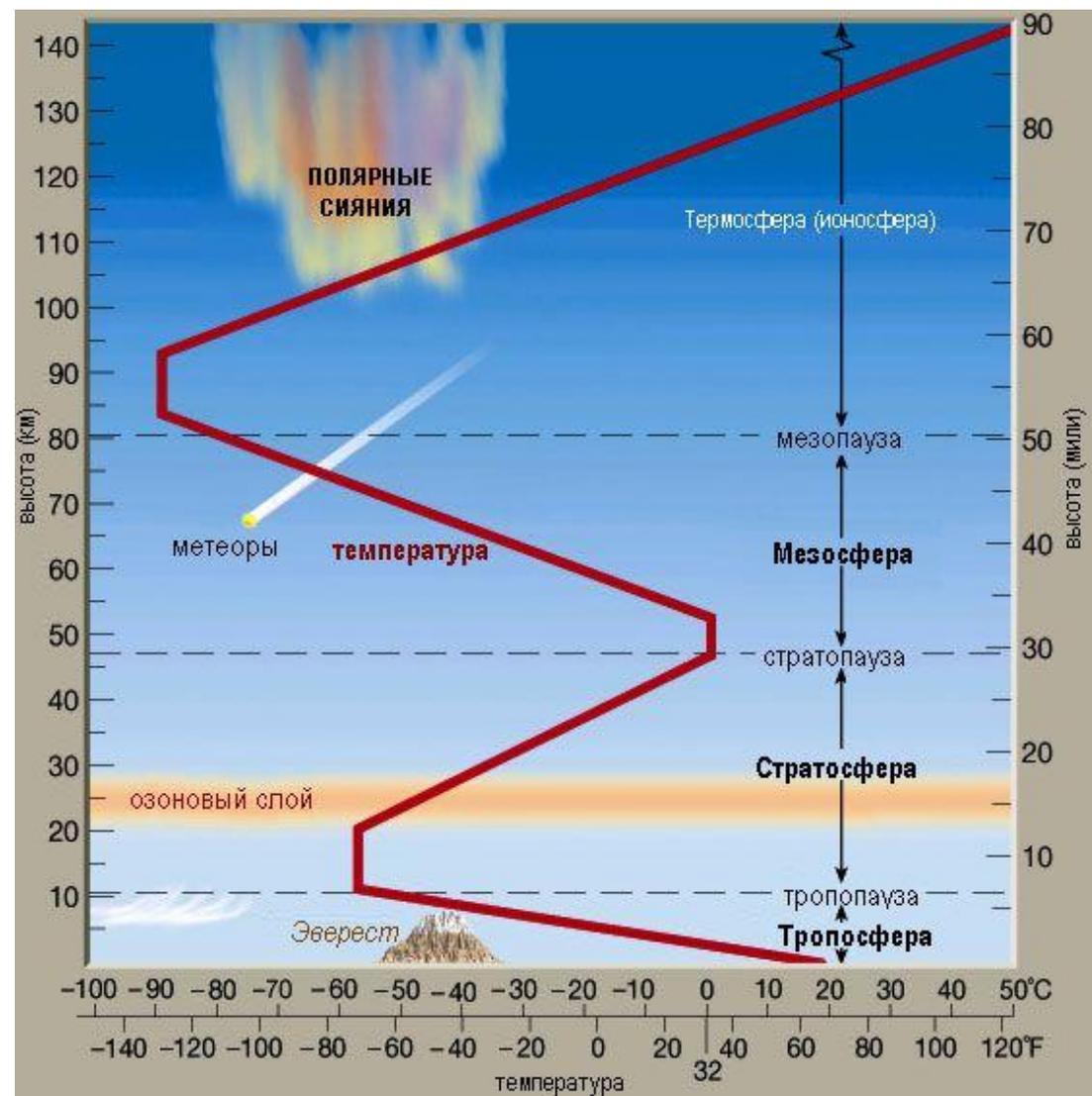




Термосфэра (от греч. θερμός — «тёплый» и σφαῖρα — «шар», «сфера») — слой атмосферы, следующий за мезосферой.

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. *έξω* — «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
Тропосфера	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 $0,65^{\circ}/100$ м
Тропопауза	—	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°C , летом около -45°C ; над экватором весь год около -70°C и ниже
Стратосфера	50-55 км	Температура с ростом высоты возрастает до уровня 0°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)
Стратопауза	—	Пограничный слой атмосферы между стратосферой и мезосферой. В вертикальном распределении температуры имеет место максимум (около 0°C)
Мезосфера	80—85км	Температура с высотой понижается со средним вертикальным градиентом $(0,25-0,3)^{\circ}/100$ м. Основным энергетическим процессом является лучистый теплообмен. Сложные фотохимические процессы с участием свободных радикалов, колебательно возбуждённых молекул и т. д. обуславливают свечение атмосферы
Мезопауза	—	Переходной слой между мезосферой и термосферой. В вертикальном распределении температуры имеет место минимум (около -90°C)

Линия Кармана	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.
Термосфера	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
Термопауза	—	Область атмосферы, прилегающая сверху к термосфере. В этой области поглощение солнечного излучения незначительно и температура фактически не меняется с высотой.
Экзосфера (сфера рассеяния)	—	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

Игра «Где я нахожусь»

- Теперь мы летаем на воздушном шаре над Землёй.
- 1) Сейчас мы находимся в том месте, где при температуре 0 градусов масса 1 куб. метра воздуха равна 1 кг 175 г.
(Тропосфера у поверхности Земли, т. е. на уровне моря).
- 2) Теперь вы находитесь на высоте, где температура воздуха - 6 градусов при температуре у поверхности Земли 0 градусов.
(Тропосфера на высоте 1 км над уровнем моря)
- 3) Вы успели достичь максимальной концентрации озона, где его плотность в 10 раз больше его плотности у земной поверхности. Не забудьте, что воздух здесь сильно разрежен.
(Стратосфера на высоте около 25 км над уровнем моря)
- 4) Мы снова опустились – на этот раз туда, где температура воздуха, при нулевой температуре у поверхности Земли, достигает -18 градусов.
(Тропосфера на высоте 3 км над уровнем моря)
- 5) Мы достигли максимальной для воздушного шара высоты - 40 км. Здесь 1 куб. метр воздуха весит всего 4 г.
(Стратосфера)
- Срочно спускаемся, здесь нельзя долго находиться.
- Итак, мы успешно завершили полёт на воздушном шаре.

«Что за числа?»

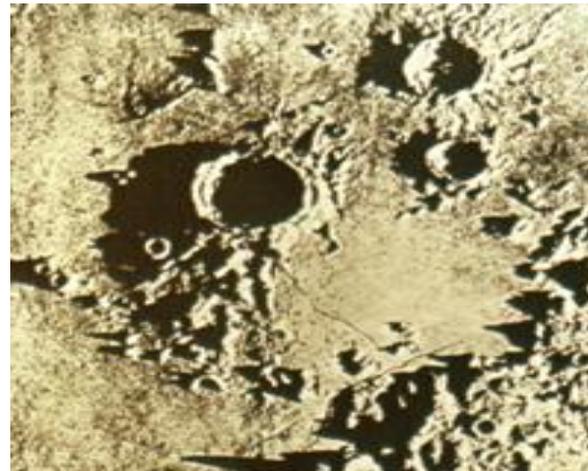
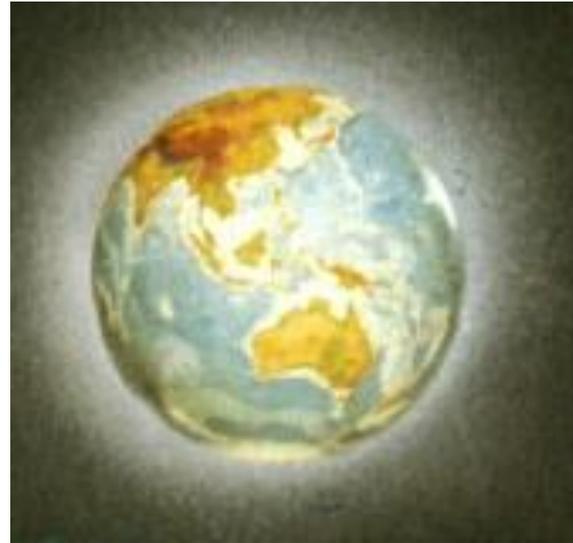
Есть ли, дети, одеяло,
Чтоб всю Землю укрывало?
Чтоб его на всех хватило,
Да притом не видно было?
Ни сложить, не развернуть,
Ни пощупать, ни взглянуть?
Пропускало б дождь и свет,
Есть, а вроде бы и нет?!

Запишите ответ

- 2000 км - толщина атмосферы.
- 78% - азот.
- 21% - кислород.
- 1% - прочие газы.
- 18км – толщина тропосферы над экватором.
- 50 -55км-верхняя граница стратосферы.
- 6 градусов – понижение температуры на каждый 1000км.

Что произошло бы на Земле, если бы воздушная атмосфера вдруг исчезла?

- На Земле установилась бы температура -170°C
- Наступила полная тишина
- Небо стало бы черным
- Погибло всё живое





99,5% массы атмосферы

