

**География – 6 класс**

**Урок № 19**

**Атмосфера: состав и строение.**

**Температура воздуха.**

**Суточный ход температуры**



**Корягина Марина Ивановна, учитель географии и экономики МАОУ Лицея  
№ 1 имени А. С. Пушкина г. Томска**



## Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

- Атмосфера Земли (от др.-греч. ἀτμός — пар и σφαῖρα — шар) — **газовая** оболочка, окружающая планету **Земля**, одна из **геосфер**. Внутренняя её поверхность покрывает **гидросферу** и частично земную кору, внешняя переходит в околоземную часть космического пространства.
- Совокупность разделов **физики** и **химии**, изучающих **атмосферу**, принято называть **физикой атмосферы**. Состояние атмосферы определяет **погоду** и **климат** на поверхности Земли. Изучением погоды занимается **метеорология**, а климатом и его вариациями — **климатология**.
- Атмосферой принято считать ту область вокруг Земли, в которой газовая среда вращается вместе с Землёй как единое целое.
- Атмосфера переходит в межпланетное пространство постепенно, в **экзосфере**, начинающейся на высоте 500—1000 км от поверхности Земли.
- По определению, предложенному **Международной авиационной федерацией**, граница атмосферы и космоса проводится по **линии Кармана**, расположенной на высоте 100 км, выше которой **авиационные** полёты становятся полностью невозможными. NASA использует в качестве границы атмосферы отметку в 122 километра (400 000 футов), где «**шаттлы**» переключались с маневрирования с помощью двигателей на аэродинамическое маневрирование.

### □ **Физические свойства**

- Суммарная масса **воздуха** в атмосфере —  $(5,1—5,3) \cdot 10^{18}$  кг. Из них масса сухого воздуха составляет  $(5,1352 \pm 0,0003) \cdot 10^{18}$  кг, общая масса водяных паров в среднем равна  $1,27 \cdot 10^{16}$  кг.
- **Молярная масса** чистого сухого воздуха составляет 28,966 г/моль, **плотность воздуха** у поверхности моря приблизительно равна  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .
- **Давление** при  $0^\circ\text{C}$  на уровне моря составляет 101,325 **кПа**; **критическая температура** —  $-140,7^\circ\text{C}$  ( $\sim 132,4 \text{ K}$ ); **критическое давление** — 3,7 МПа;  $C_p$  при  $0^\circ\text{C}$  —  $1,0048 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$ ,  $C_v$  —  $0,7159 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$  (при  $0^\circ\text{C}$ ). Растворимость воздуха в воде (по массе) при  $0^\circ\text{C}$  — 0,0036 %, при  $25^\circ\text{C}$  — 0,0023 %.
- За «**нормальные условия**» у поверхности Земли приняты: плотность  $1,225 \text{ кг/м}^3$ , барометрическое давление 101,325 кПа, температура  $+15^\circ\text{C}$ , влажность 0 %. Эти условные показатели имеют чисто инженерное значение.

# Атмосфера

## состоит из:

### воздух

(смесь газов)

азот – 78%,

кислород – 21%,

аргон – 0,93%,

углекислый газ –  
0,03%,

другие газы –  
0,04%

### водяной пар

пыль

сажа

копоть

## строение

### ОСНОВНЫЕ СЛОИ

тропосфера

стратосфера

верхние слои атмосферы  
(мезосфера,  
термосфера, экзосфера)

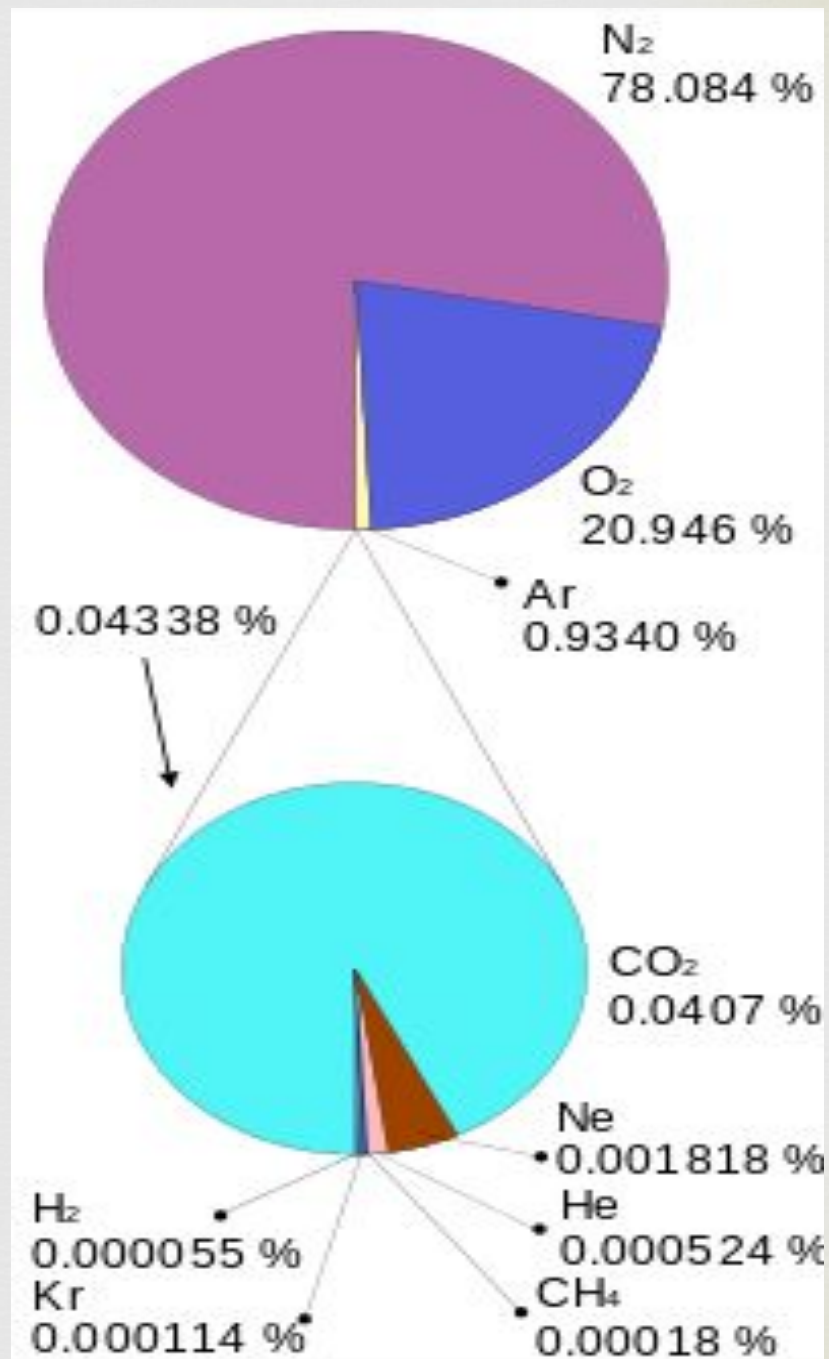
## границы

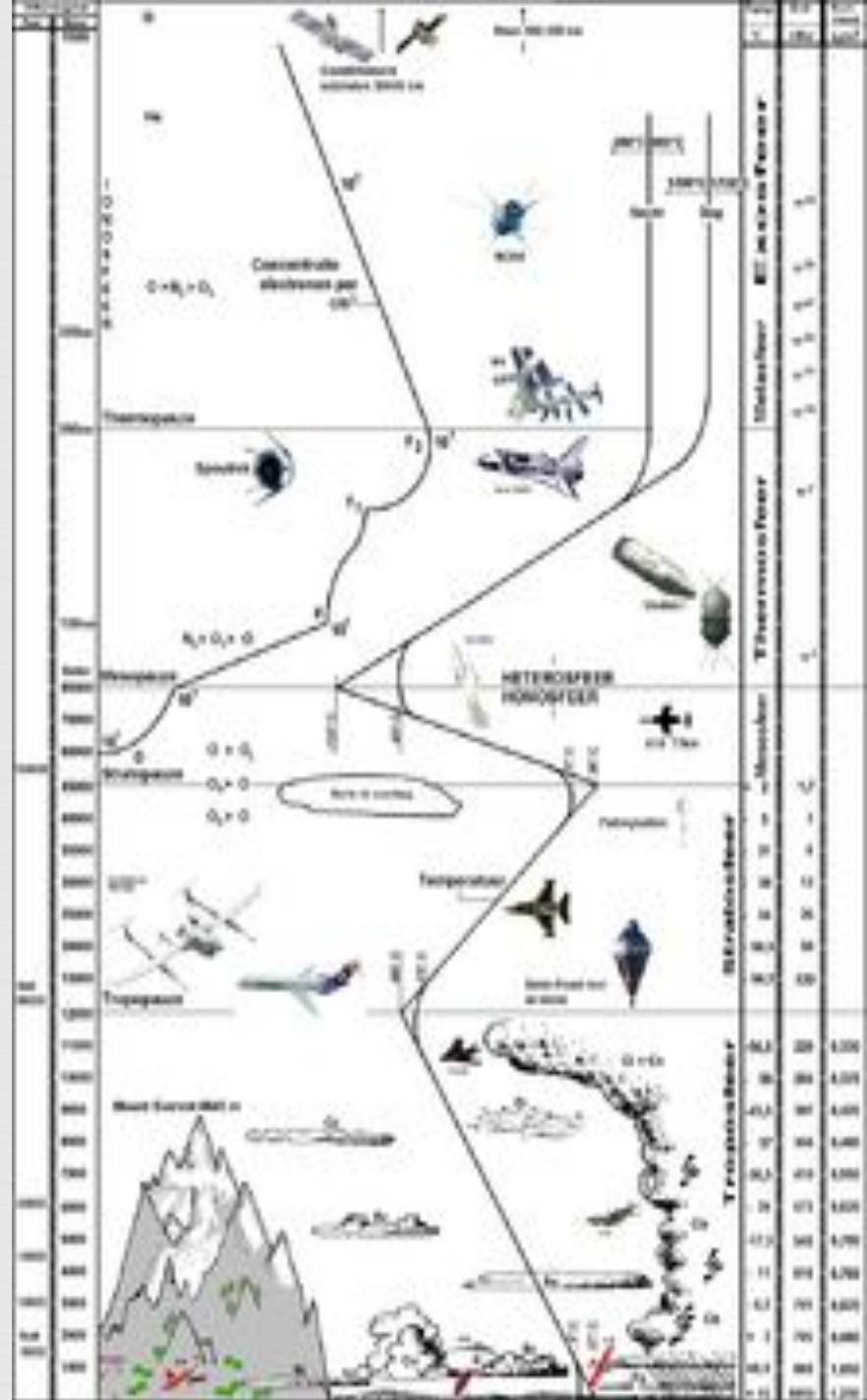
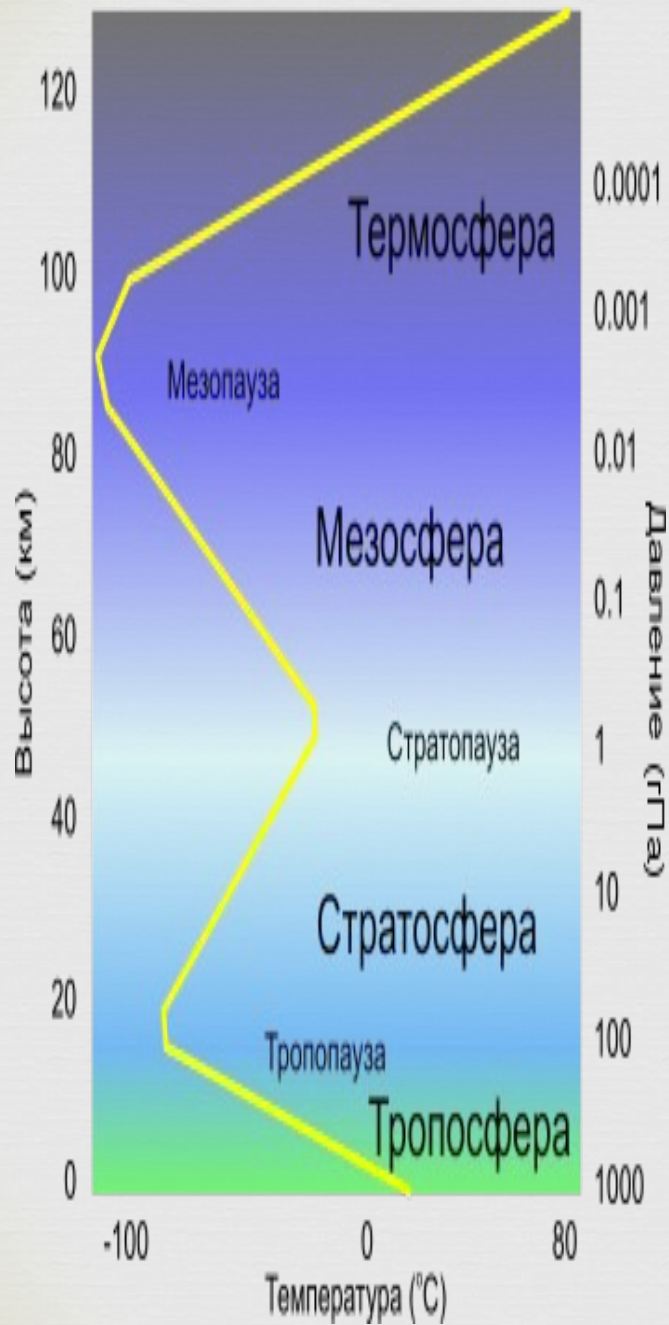
нижняя граница –  
земная поверхность,

верхняя граница –  
отсутствует,  
постепенно переходит в  
космическое пространство

## значение

воздух нужен для дыхания,  
озон защищает от вредного  
ультрафиолетового излучения,  
в воздухе сгорает большинство  
метеоритных тел,  
предохраняет Землю от  
переохлаждения или перегрева,  
среда распространения звука

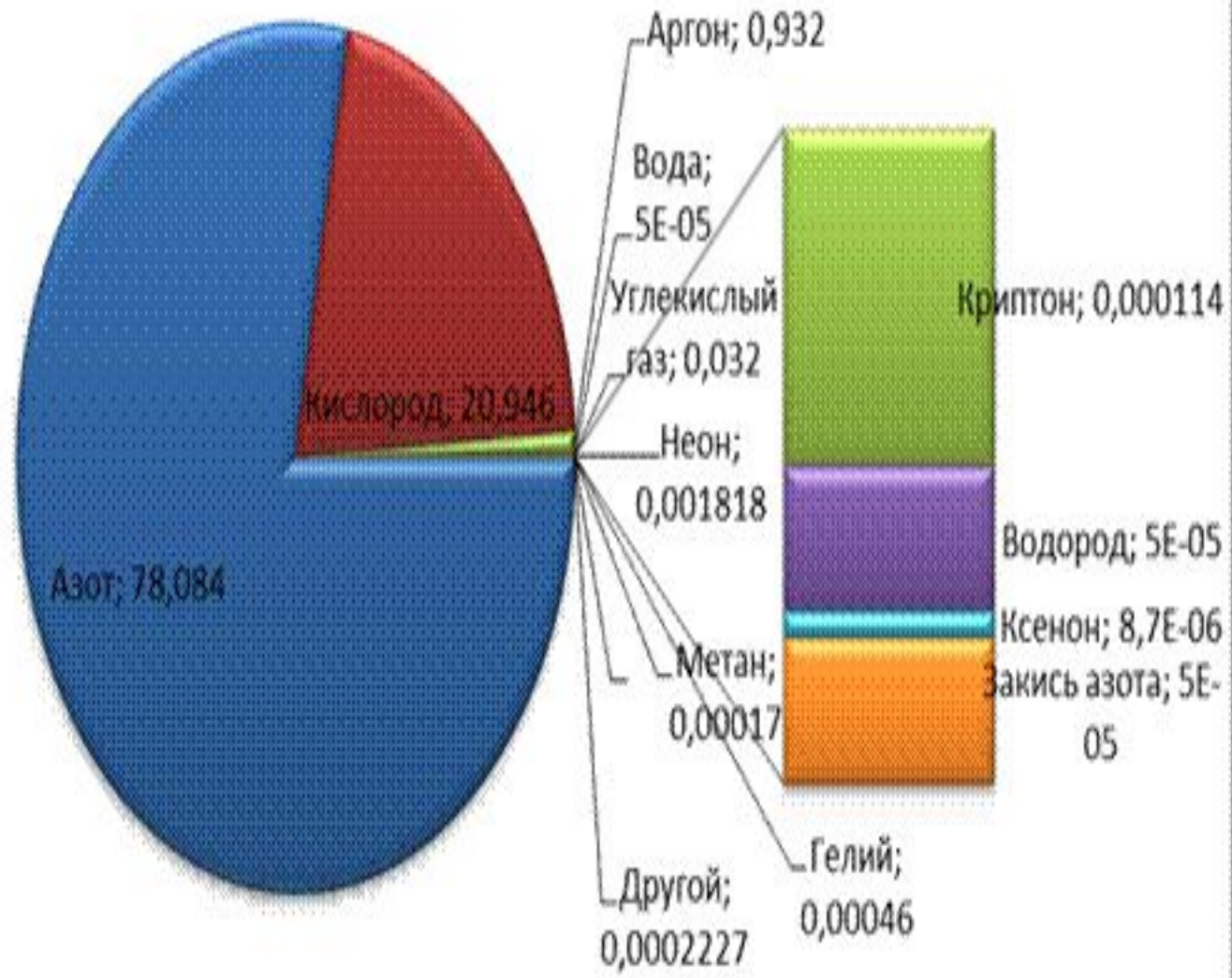




Состав газов тропосферы неизменный.  
Смесь, образуемая газами, называется **воздухом**.

### Состав атмосферного воздуха

<b>Наименование основных газов</b>	<b>Содержание, % объемные</b>	<b>Относительная молекулярная масса, кг/моль</b>
<b>Азот</b>	<b>78,09</b>	<b>28</b>
<b>Кислород</b>	<b>20,95</b>	<b>32</b>
<b>Аргон</b>	<b>0,93</b>	<b>39</b>
<b>Углекислый газ</b>	<b>0,03</b>	<b>44</b>
<b>Неон</b>	<b><math>1,8 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b>20</b>
<b>Гелий</b>	<b><math>5,2 \cdot 10^{-4}</math></b>	<b>4</b>
<b>Криптон</b>	<b><math>1,0 \cdot 10^{-4}</math></b>	<b>83</b>
<b>Ксенон</b>	<b><math>8,0 \cdot 10^{-6}</math></b>	<b>131</b>
<b>Водород</b>	<b><math>5,0 \cdot 10^{-5}</math></b>	<b>2</b>
<b>Озон</b>	<b><math>1,0 \cdot 10^{-6}</math></b>	<b>48</b>





## Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

- Атмосфера Земли возникла в результате двух процессов: испарения вещества космических тел при их падении на Землю и выделения газов при вулканических извержениях (дегазация земной мантии).
- С выделением океанов и появлением биосферы атмосфера изменялась за счёт газообмена с водой, растениями, животными и продуктами их разложения в почвах и болотах.
- 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, за исключением воды (H<sub>2</sub>O) и углекислого газа (CO<sub>2</sub>), концентрация которого растёт с середины XIX века.
- Содержание воды в атмосфере (в виде водяных паров) колеблется от 0,2 % до 2,5 % по объёму, и зависит в основном от широты.
- Кроме указанных в таблице газов, в атмосфере содержатся и другие оксиды азота, пропан и другие углеводороды, пары, а также многие другие газы в незначительных количествах. В тропосфере постоянно находится большое количество взвешенных твёрдых и жидких частиц (аэрозоль). Самым редким газом в Земной атмосфере является Rn.
- Пограничный слой атмосферы  
Нижний слой тропосферы (1—2 км толщиной), в котором состояние и свойства поверхности Земли непосредственно влияют на динамику атмосферы.
- Тропосфера  
Её верхняя граница находится на высоте 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°/100 метров.

# Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

- Тропопауза – это переходный слой от тропосферы к стратосфере, слой атмосферы, в котором прекращается снижение температуры с высотой.
- Стратосфера
- 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 минус 56,5 до +0,8 °С (верхний слой стратосферы или область инверсии). Достигнув на высоте около 40 км значения около 273 К (почти 0 °С), температура остаётся постоянной до высоты около 55 км. Эта область постоянной температуры называется стратопаузой и является границей между стратосферой и мезосферой. В середине XIX века полагали, что на высоте 12 км (6 тыс. туазов) заканчивается атмосфера Земли (Пять недель на воздушном шаре, 13 гл). В стратосфере располагается озоновый слой, который защищает Землю от ультрафиолетового излучения.
- Стратопауза – это пограничный слой атмосферы между стратосферой и мезосферой. В вертикальном распределении температуры имеет место максимум (около 0 °С).
- Мезосфера - начинается на высоте 50 км и простирается до 80—90 км. Температура с высотой понижается со средним вертикальным градиентом (0,25—0,3)°/100 м. Основным энергетическим процессом является лучистый теплообмен. Сложные фотохимические процессы с участием свободных радикалов, колебательно возбуждённых молекул и так далее, обуславливают свечение атмосферы.
- Мезопауза – это переходный слой между мезосферой и термосферой. В вертикальном распределении температуры имеет место минимум (около -90 °С).

# Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

## Линия Кармана

Высота над уровнем моря, которая условно принимается в качестве границы между атмосферой Земли и космосом. В соответствии с определением **ФАИ**, линия Кармана находится на высоте 100 км над уровнем моря.

## Термосфера

Верхний предел — около 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 **солнечной радиации** и **космического излучения** происходит ионизация воздуха («**полярные сияния**») — основные области **ионосферы** лежат внутри термосферы. На высотах свыше 300 км преобладает атомарный кислород. Верхний предел термосферы в значительной степени определяется текущей **активностью Солнца**. В периоды низкой активности — например, в 2008—2009 годах — происходит заметное уменьшение размеров этого слоя.

**Термопауза** – это область атмосферы, прилегающая сверху к термосфере. В этой области поглощение солнечного излучения незначительно и температура практически не меняется с высотой.

## Экзосфера (сфера рассеяния)

**Экзосфера** — зона рассеяния, внешняя часть термосферы, расположенная выше 500—1000 км(в зависимости от солнечной активности). Газ в экзосфере сильно разрежён, и отсюда идёт утечка его частиц в межпланетное пространство (**диссипация**).

## Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

- До высоты 100 км атмосфера представляет собой гомогенную хорошо перемешанную смесь газов. В более высоких слоях распределение газов по высоте зависит от их молекулярных масс, концентрация более тяжёлых газов убывает быстрее по мере удаления от поверхности Земли. Вследствие уменьшения плотности газов температура понижается от 0 °С в стратосфере до минус 110 °С в мезосфере. Однако кинетическая энергия отдельных частиц на высотах 200—250 км соответствует температуре ~ 150 °С. Выше 200 км наблюдаются значительные флуктуации температуры и плотности газов во времени и пространстве.
- На высоте около 2000—3500 км экзосфера постепенно переходит в так называемый *ближнекосмический вакуум*, который заполнен редкими частицами межпланетного газа, главным образом атомами водорода. Но этот газ представляет собой лишь часть межпланетного вещества. Другую часть составляют пылевидные частицы кометного и метеорного происхождения. Кроме чрезвычайно разрежённых пылевидных частиц, в это пространство проникает электромагнитная и корпускулярная радиация солнечного и галактического происхождения.
- На долю тропосферы приходится около 80 % массы атмосферы, на долю стратосферы — около 20 %; масса мезосферы — не более 0,3 %, термосферы — менее 0,05 % от общей массы атмосферы.
- На основании электрических свойств в атмосфере выделяют *нейтросферу* и *ионосферу*.
- В зависимости от состава газа в атмосфере выделяют *гомосферу* и *гетеросферу*.
- *Гетеросфера* — это область, где *гравитация* оказывает влияние на разделение газов, так как их перемешивание на такой высоте незначительно. Отсюда следует переменный состав гетеросферы.
- Ниже её лежит хорошо перемешанная, однородная по составу часть атмосферы, называемая *гомосфера*. Граница между этими слоями называется *турбопаузой*, она лежит на высоте около 120 км.

## Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

- Согласно наиболее распространённой теории, атмосфера Земли на протяжении истории последней пребывала в трёх различных составах. Первоначально она состояла из лёгких газов (водорода и гелия), захваченных из межпланетного пространства. Это так называемая *первичная атмосфера*. На следующем этапе активная вулканическая деятельность привела к насыщению атмосферы и другими газами, кроме водорода (углекислым газом, аммиаком, водяным паром).
- Так образовалась ~~вторичная атмосфера~~. Эта атмосфера была ~~восстановительной~~. Далее процесс образования атмосферы определялся следующими факторами: утечка легких газов (водорода и гелия) в межпланетное пространство; химические реакции, происходящие в атмосфере под влиянием ультрафиолетового излучения, грозовых разрядов и некоторых других факторов.
- Постепенно эти факторы привели к образованию *третичной атмосферы*, характеризующейся гораздо меньшим содержанием водорода и гораздо большим — азота и углекислого газа (образованы в результате химических реакций из аммиака и углеводородов).
- Температура воздуха — один из термодинамических параметров состояния атмосферы. Измеряется термометром.
- Температура воздуха в каждой точке непрерывно меняется; в разных местах Земли в одно и то же время она также различна.
- У земной поверхности температура воздуха варьируется в довольно широких пределах: крайние её значения, наблюдавшиеся до сих пор, +58,4 °С (13 сентября 1922 года в Саудовской Аравии) и -91,2 °С (21 июля 1983 года на советской антарктической станции «Восток», расположенной в Восточной Антарктиде). С высотой температура воздуха меняется в разных слоях и случаях по-разному. В среднем она сначала понижается до высоты 10—15 км (приблизительно до -65 градусов в полярных широтах и -45 градусов — в тропических), а затем растёт до высоты 50—60 км до 0— +2 °С, потом снова падает и так далее.

# Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

## □ Относительная шкала

□ Температура воздуха, а также почвы и воды в большинстве стран выражается в градусах международной температурной шкалы, или шкалы Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ), общепринятой в физических измерениях. Ноль этой шкалы приходится на температуру, при которой тает лёд, а  $+100^{\circ}\text{C}$  — на температуру кипения воды.

□ Однако в США и ряде других стран до сих пор не только в быту, но и в метеорологии используется шкала Фаренгейта ( $^{\circ}\text{F}$ ). В этой шкале интервал между точками таяния льда и кипения воды разделён на  $180^{\circ}$ , причём точке таяния льда приписано значение  $+32^{\circ}\text{F}$ . Таким образом, величина одного градуса Фаренгейта равна  $5/9^{\circ}\text{C}$ , а ноль шкалы Фаренгейта приходится на  $-17,8^{\circ}\text{C}$ . Ноль шкалы Цельсия соответствует  $+32^{\circ}\text{F}$ , а  $+100^{\circ}\text{C} = +212^{\circ}\text{F}$ .

□ Кроме того, в теоретической метеорологии применяется абсолютная шкала температур (шкала Кельвина), К. Ноль этой шкалы отвечает полному прекращению теплового движения молекул, то есть самой низкой возможной температуре. По шкале Цельсия это  $-273,15^{\circ}\text{C}$ , но на практике это значение округляют до  $-273^{\circ}\text{C}$ . Величина единицы абсолютной шкалы равна величине градуса шкалы Цельсия. Поэтому ноль шкалы Цельсия соответствует 273-му делению абсолютной шкалы (273 К). По абсолютной шкале все температуры положительные, то есть выше абсолютного нуля. По этой же шкале температура кипения воды при обычном атмосферном давлении равняется 373 К.

□ Максимальная температура — самая высокая температура воздуха, почвы или воды на протяжении определённого промежутка времени.

□ Минимальная температура — самая низкая температура воздуха, почвы или воды на протяжении определённого промежутка времени.

□ Наиболее низкие температуры воздуха у поверхности земли наблюдаются на полюсах планеты. При этом могут подразумеваться либо абсолютные минимумы температуры, либо минимумы средних годовых величин.

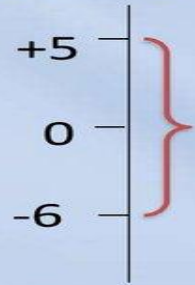
## Атмосфера: состав и строение. Температура воздуха. Суточный ход температуры

- Измерения температуры воздуха и других метеозлементов производятся в метеорологических будках, где термометры помещаются на высоте двух метров от поверхности. Особенности суточного и годового хода температуры воздуха выявляются при осреднении результатов за длительный период наблюдений.
- Суточный ход температуры воздуха отражает суточный ход температуры земной поверхности, но моменты максимума и минимума температуры несколько запаздывают. Максимум температуры воздуха над сушей наблюдается в 14–15 ч, над водоемами – около 16 ч, минимум над сушей – вскоре после восхода Солнца, над водоемами – спустя 2–3 ч после восхода Солнца.
- Разницу между суточным максимумом и минимумом температуры воздуха называют суточной амплитудой температуры.
- АМПЛИТУДА ТЕМПЕРАТУР (лат. Amplituda — величина) — разность между минимальными абсолютными или средними температурами воздуха за сутки, месяц или год. ... Наибольшая амплитуда температур (свыше 100°C) между абсолютным максимумом и минимумом в году наблюдается ежегодно в Якутии.
- Она зависит от ряда факторов: широты места, времени года, характера подстилающей поверхности (суша или водоем), облачности, рельефа, абсолютной высоты местности, характера растительности и т. д. В общем над сушей она гораздо больше (особенно летом), чем над Океаном. С высотой суточные колебания температуры затухают: над сушей – на высоте 2–3 км, над Океаном – ниже.
- Термометр — прибор для измерения температуры воздуха, почвы, воды и так далее. Существует несколько видов термометров: жидкостные; механические; электронные; оптические; газовые; инфракрасные.
- Изотерма – это линия на карте, соединяющая точки с одинаковой температурой воздуха или кривая на графике, изображающая изменения хода температур воздуха.

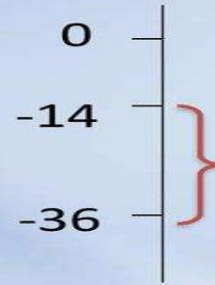
# Амплитуда

**Амплитуда** - это разница между самыми высокими и самыми низкими показателями температур. Различают суточную, месячную, годовую амплитуды.

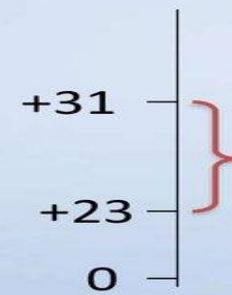
Max t°	Min t°
+5	-6
-14	-36
+31	+23



A 11°



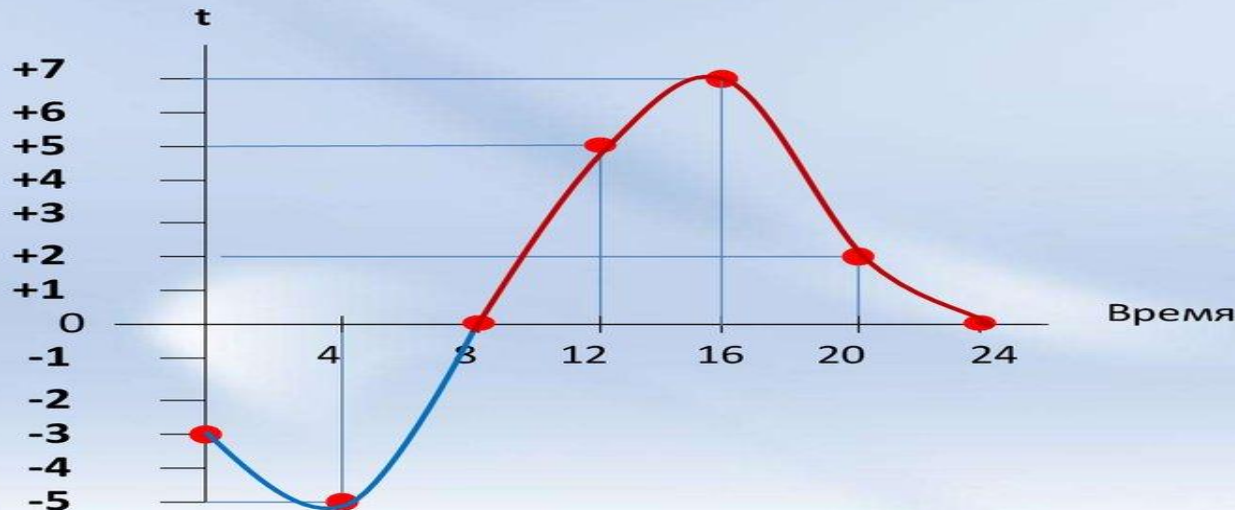
A 22°



A 8°

## График суточного хода температур

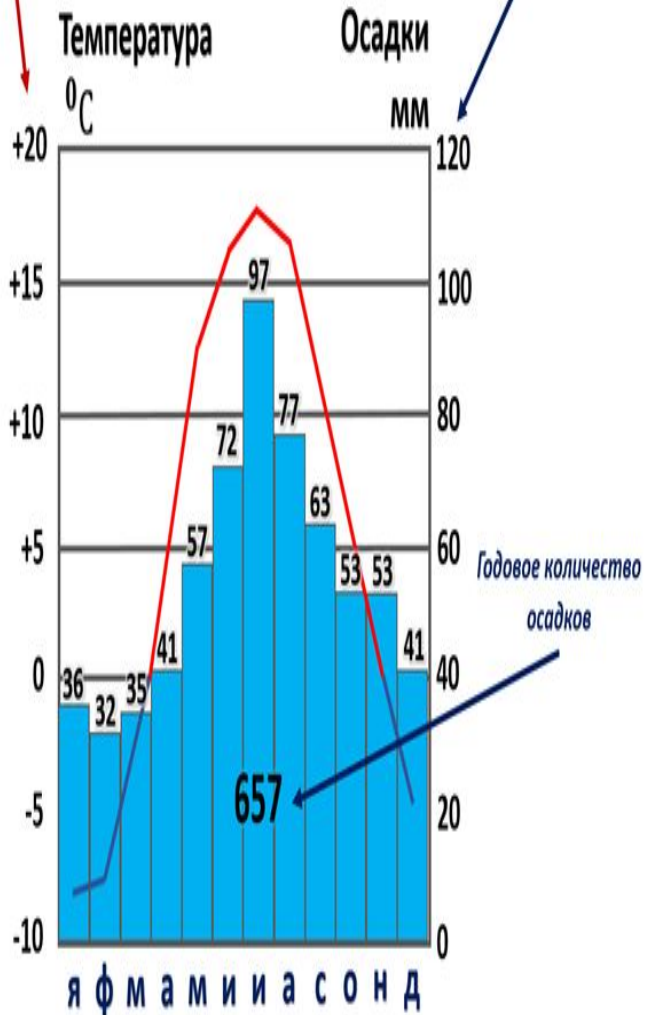
Время	0 ч.	4 ч.	8 ч.	12 ч.	16 ч.	20 ч.	24 ч.
t	-3	-5	0	+5	+7	+2	0





Шкала температур  
(в градусах Цельсия)

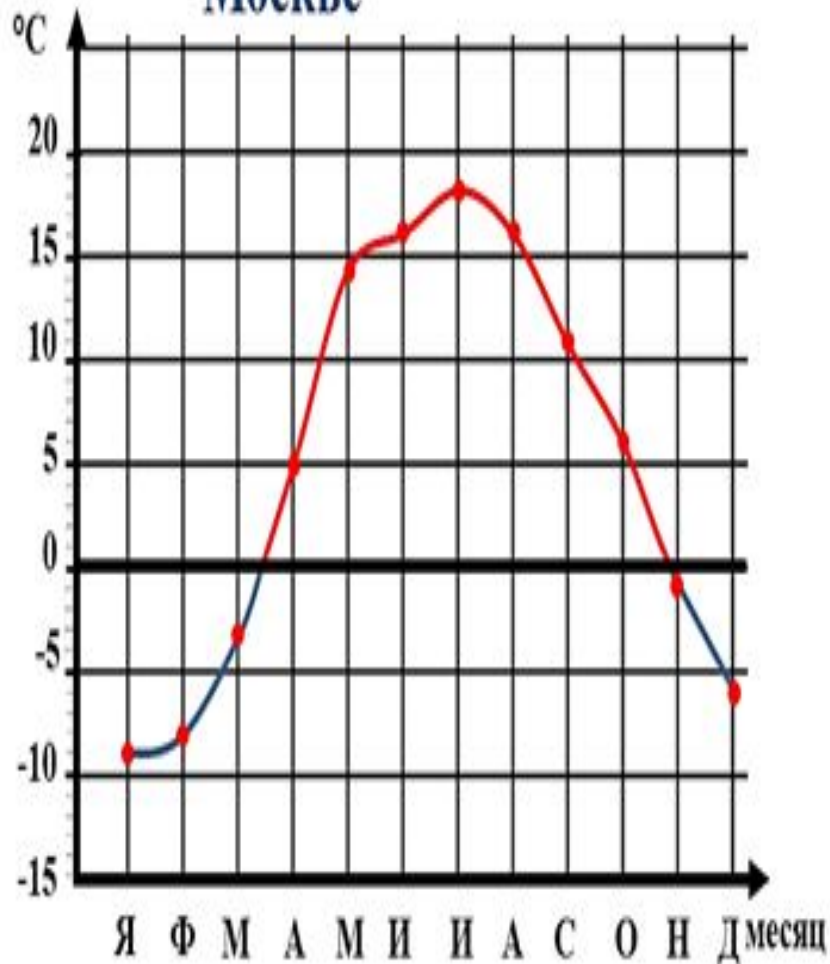
Шкала осадков  
(в миллиметрах)



Месяцы года от января до декабря

## График годового хода температур воздуха в Москве

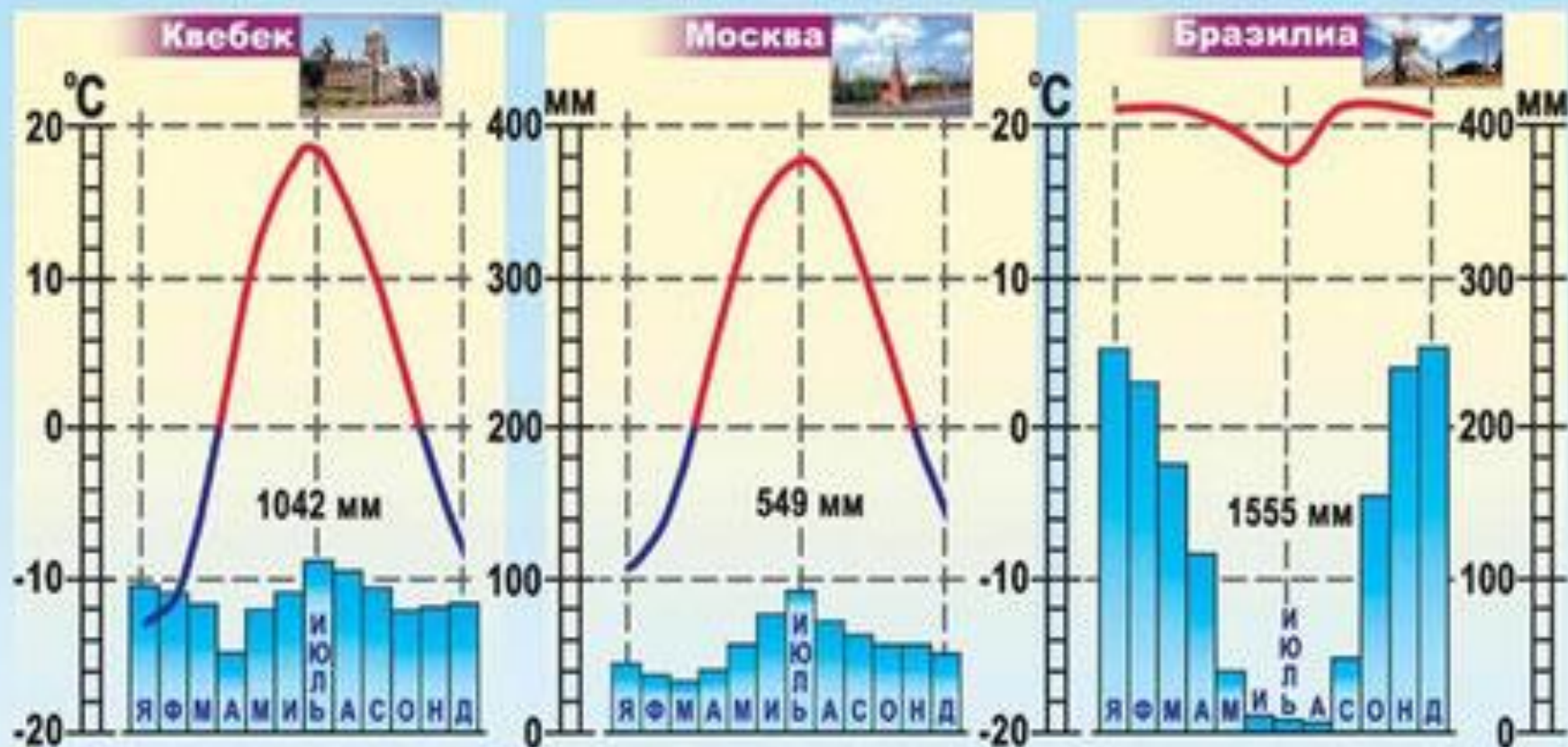
Я	-9 °C
Ф	-8 °C
М	-3 °C
А	+5 °C
М	+14 °C
И	+16 °C
И	+18 °C
А	+16 °C
С	+11 °C
О	+6 °C
Н	-1 °C
Д	-6 °C







## РАБОТА С КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДИАГРАММОЙ (КЛИМАТОДИАГРАММОЙ)



### План характеристики климата с помощью климатограммы

1. По графику хода температуры определите средние температуры июля и января. Рассчитайте среднюю годовую амплитуду температур.



2. Определите среднегодовое количество осадков и режим их выпадения.
3. Сделайте вывод: в каком климатическом поясе и в какой климатической области находится пункт, для которого составлена климатограмма.

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

*озон  $O_3$*

- газ имеет слабый фиолетовый оттенок
- хрупкое, легко распадающееся соединение
- при  $t^\circ = -111,9^\circ \text{C}$  превращается в темно-синюю жидкость
- при  $t^\circ = -192,5^\circ \text{C}$  – 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  $55^\circ \text{C}$ . Интенсивное вертикальное движение воздуха – конвекция; горизонтальное перемещение воздуха – ветры.

### Распределение средних годовых температур воздуха

Широта, °		0	30	40	60	90
Средняя годовая $t^\circ$ , C	Сев. полушарие	26	21,1	14,4	0,5	-19,3
	Южн. полушарие	26	19,4	13,1	0,4	-33

## Нагревание атмосферы

**Солнечная радиация** – вся совокупность солнечного излучения, поступающая от Солнца,  $2,4 \cdot 10^{18}$  калорий лучистой энергии в 1 мин.

### Суммарная радиация

**Рассеянная** (30%) – рассеивается в атмосфере и доходит до поверхности Земли от всего небесного свода.

**Прямая** – непосредственно достигает земной поверхности в виде прямых солнечных лучей.

Суммарная радиация, поступающая на Землю, зависит от угла падения солнечных лучей:

### Отражается (частично).

Способность поверхности отражать солнечные лучи – **альbedo**.

Снег отражает 90% солнечной радиации.

Песок – 35% солнечной радиации.

Трава – 20% солнечной радиации.

Пашня – 4% солнечной радиации.

### Поглощается (большая часть)



Превращается в теплоту и нагревает воздух от земной поверхности.

**Парниковый эффект** – способность атмосферы пропускать солнечную радиацию (ультрафиолетовое излучение) к поверхности Земли, но задерживать ее тепловое излучение (инфракрасное излучение), в основном, благодаря  $\text{CO}_2$  и водяному пару.

**Радиационный баланс (остаточная радиация)** – часть суммарной радиации, которая остается после затрат ее на отражение и на тепловое излучение от земной поверхности; от экватора до субтропиков (40 ш.) – радиационный баланс в течение всего года положительный, начиная с умеренных широт летом – положительный, зимой – отрицательный.

## Экзосфера

- переход в межпланетное пространство
- магнитные бури

## Термосфера (до 800 км)

- $t^\circ$  у верхней границы около  $200^\circ \text{C}$
- электропроводна
- полярные сияния

## Мезосфера (до 80 км)

- $t^\circ$  увеличивается
- воздух сильно разрежен
- серебристые облака

## Стратосфера (до 55 км)

- $t^\circ$  воздуха возрастает за счет поглощения солнечной энергии озоном
- нет водяного пара, не образуются облака
- ураганные ветры
- перламутровые облака

## Тропосфера (8–16 км)

- $t^\circ$  воздуха убывает
- образуются облака
- формируются погодные явления

## Строение атмосферы

# Домашнее задание

□ Параграф № 15-16

□ Выписать и выучить определения терминов

□ Выполнить задания (письменно): от теории к практике стр. 106, 112

□ Работа с атласом стр. 34-39

□ Контурная карта стр. 6-11

□ <https://interneturok.ru/lesson/geografy/6-klass/atmosfera/atmosfera-eyo-stroenie>

□ <https://interneturok.ru/lesson/geografy/6-klass/atmosfera/temperatura-vozduha>

□ <https://interneturok.ru/lesson/geografy/6-klass/atmosfera/godovoy-hod-temperature>

□ Презентация\*\*\*\*\*

1. Науки изучающие атмосферу, климат и погоду Земли.
2. Приборы используемые для изучения атмосферы.
3. Известные ученые изучающие атмосферу.