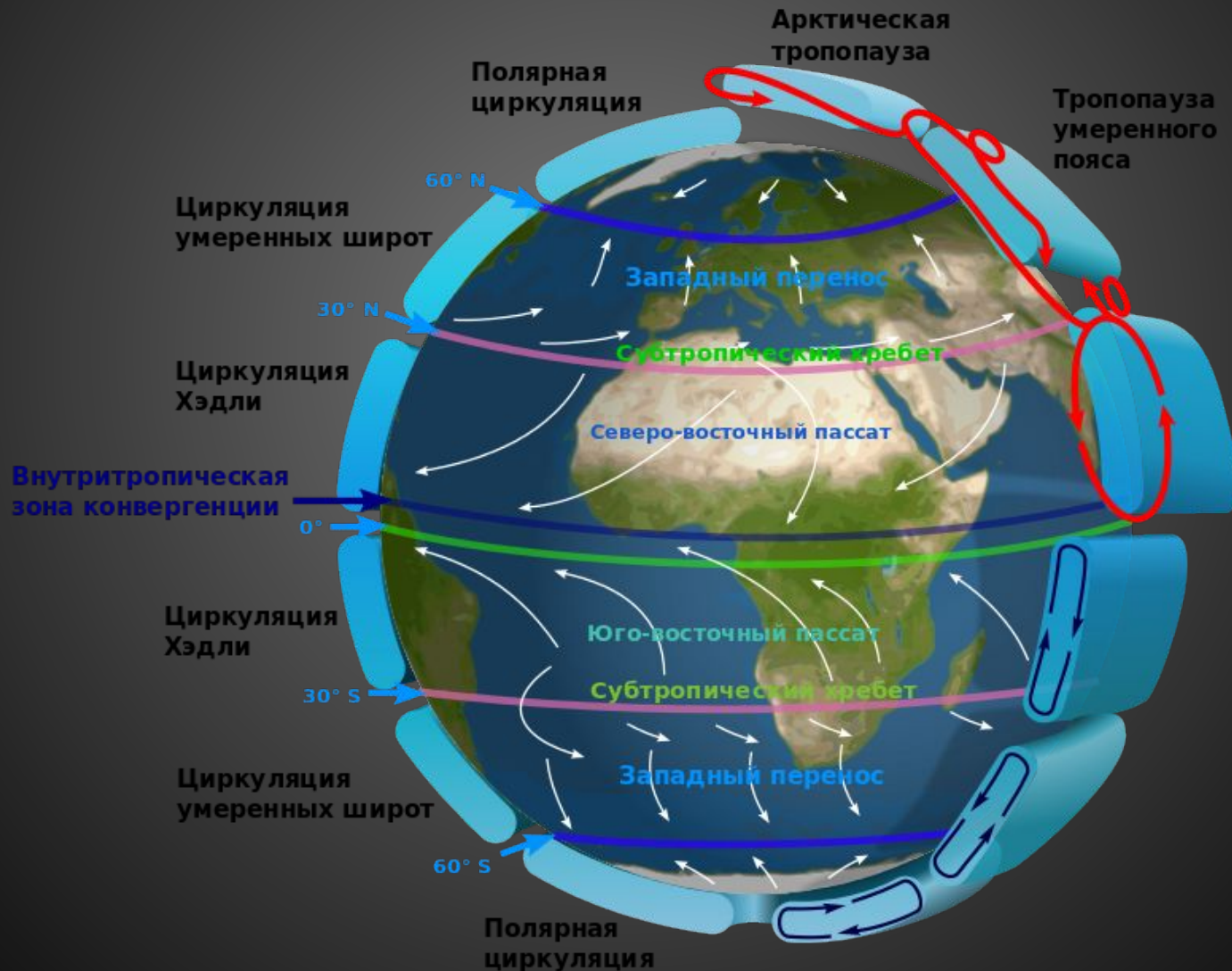
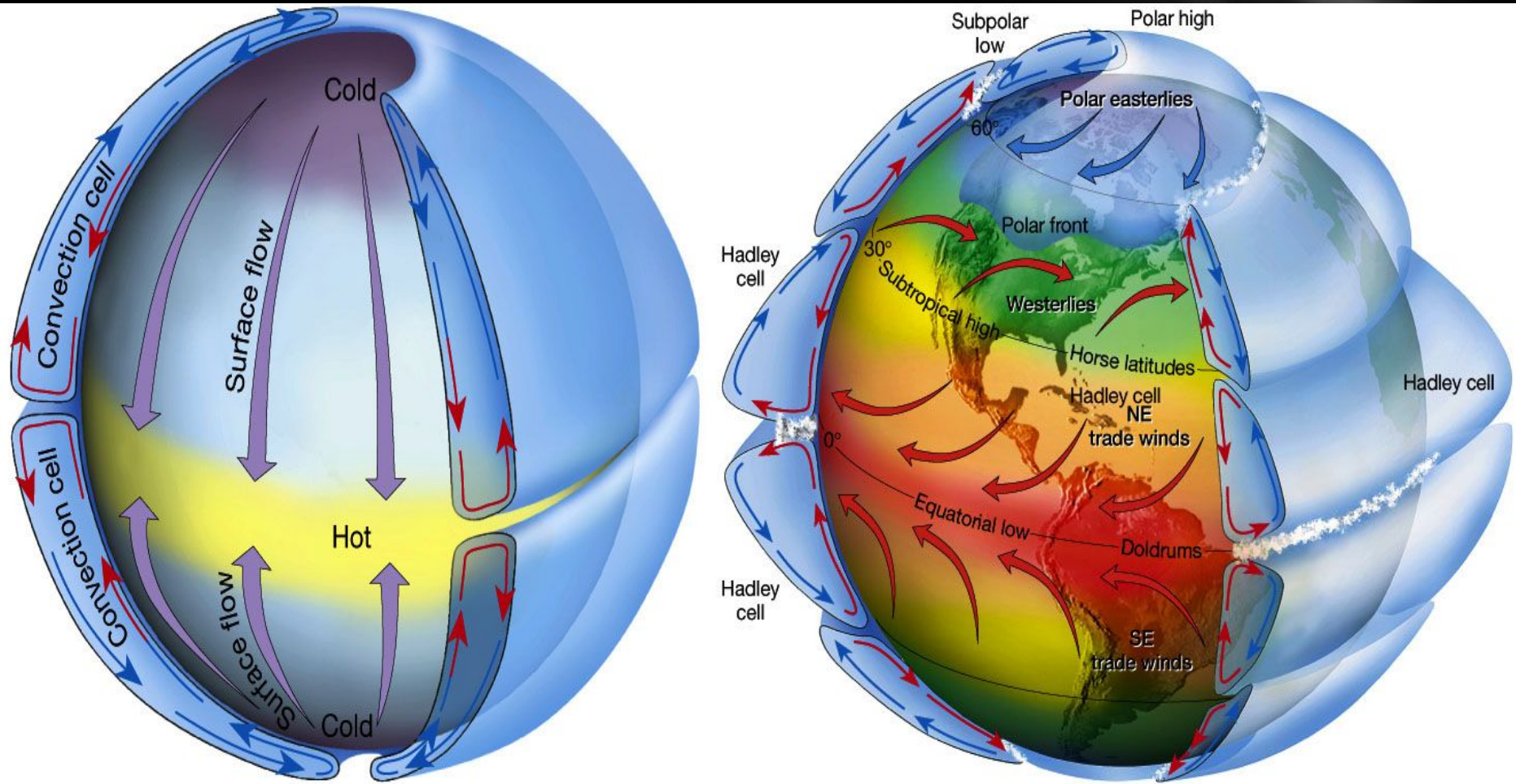


# Тема 7. Общая циркуляция атмосферы (4)



# ОБЩАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ



# ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ ФОРМИРУЕТСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ:

- 1. Вращения Земли*
- 2. Трения воздуха о подстилающую поверхность*
- 3. Разности нагрева поверхностей*
- 4. Разности атмосферного давления*
- 5. Формирования системы циклонов – антициклонов*
- 6. Разности влажности воздуха*
- 7. Разным по интенсивности полям облачности*

# Результат ветровой деятельности

*Волнение водной поверхности*

*Океанические течения (взаимосвязаны с ветрами и взаимообусловлены)*

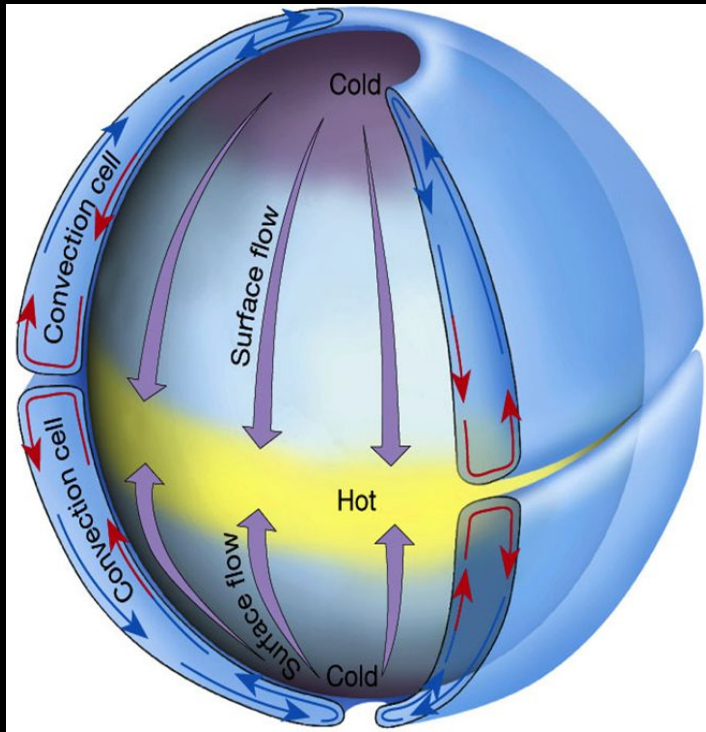
*Дрейф льдов*

*Эрозия горных пород и почв*

*Рельефообразование*

*Трансграничный перенос загрязнений*

# Глобальное распределение температур и давления



От экватора к полюсам уменьшается температура воздуха и изменяется атмосферное давление.

По обе стороны от экватора устанавливается область пониженного давления, которая вместе с Солнцем перемещается между Северным тропиком и Южным тропиком по сезонам года.

Над 30-ми широтами и полюсами расположены области повышенного давления, а между ними — в умеренных широтах — давление низкое.

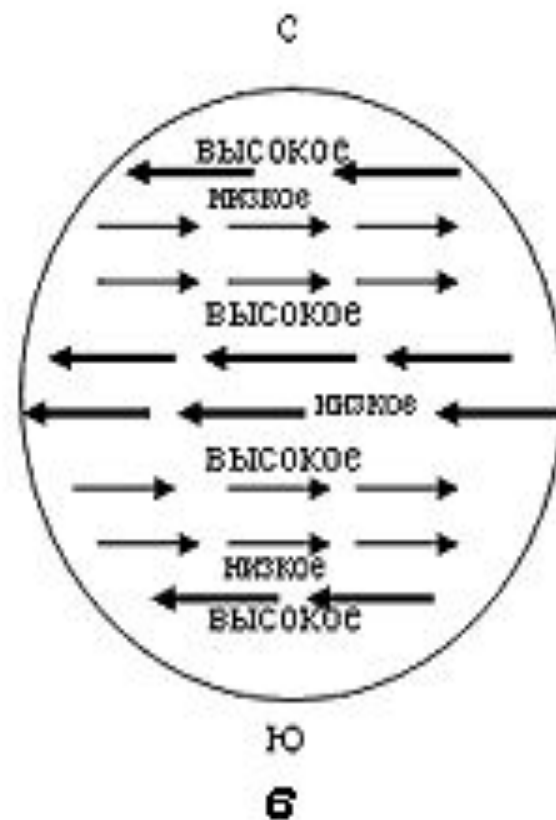
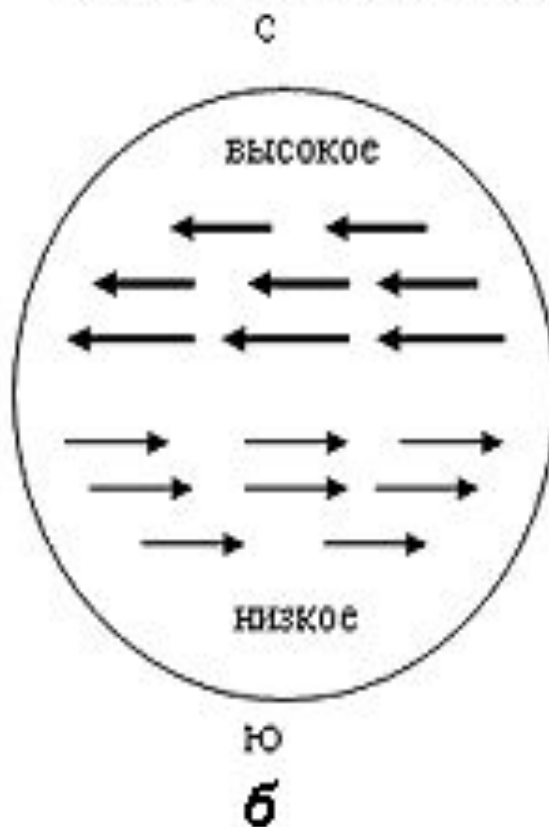
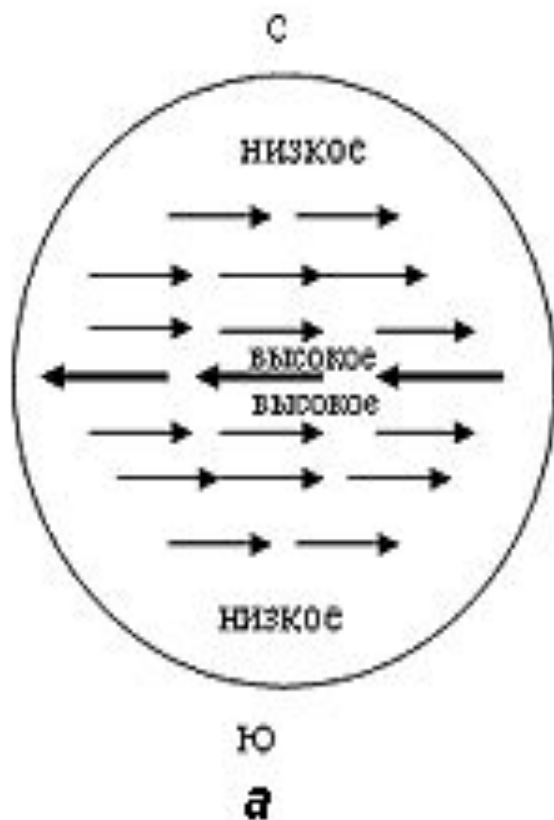
Воздух перемещается из районов с высоким атмосферным давлением в области пониженного давления — так формируется система постоянных ветров, дующих над планетой.

# Схема общей циркуляции атмосферы на различных высотах над земной поверхностью

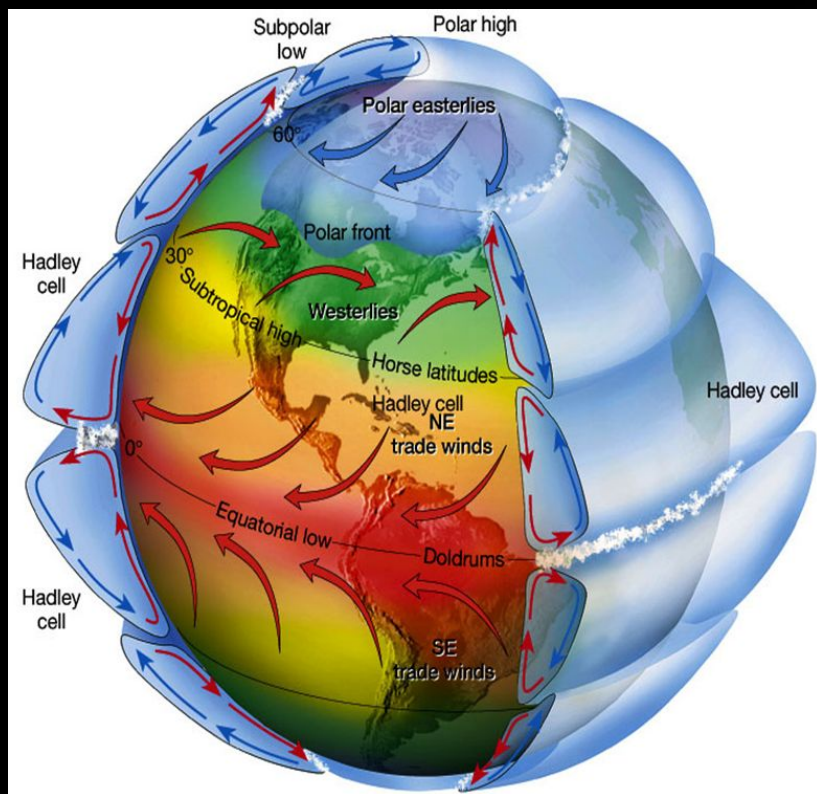
В слое 5-20 км

В слое 20-50 км летом над северным полушарием

В слое 1-5 км



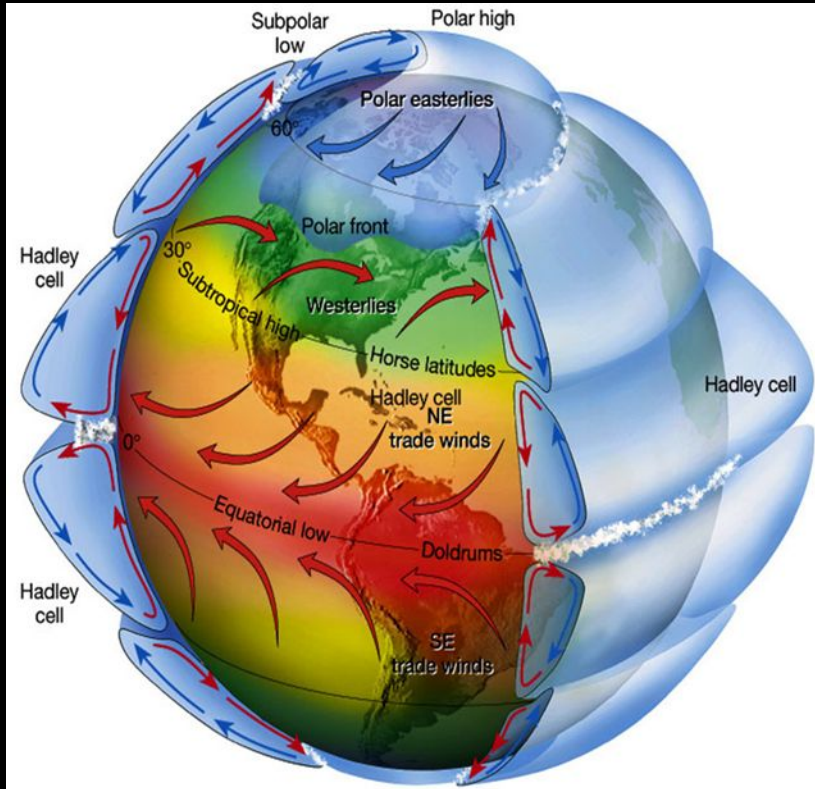
# Глобальное распределение температур и давления



*На экваторе, где атмосферное давление низкое, нагретый Солнцем воздух поднимается вверх и растекается в верхних слоях тропосферы в сторону полюсов.*

*Охлаждаясь, он опускается в тропических широтах и создаёт область высокого давления, из которой у поверхности Земли к экватору дуют тропические восточные ветры пассаты.*

# Ячейки циркуляции воздуха (ячейки Хадли)



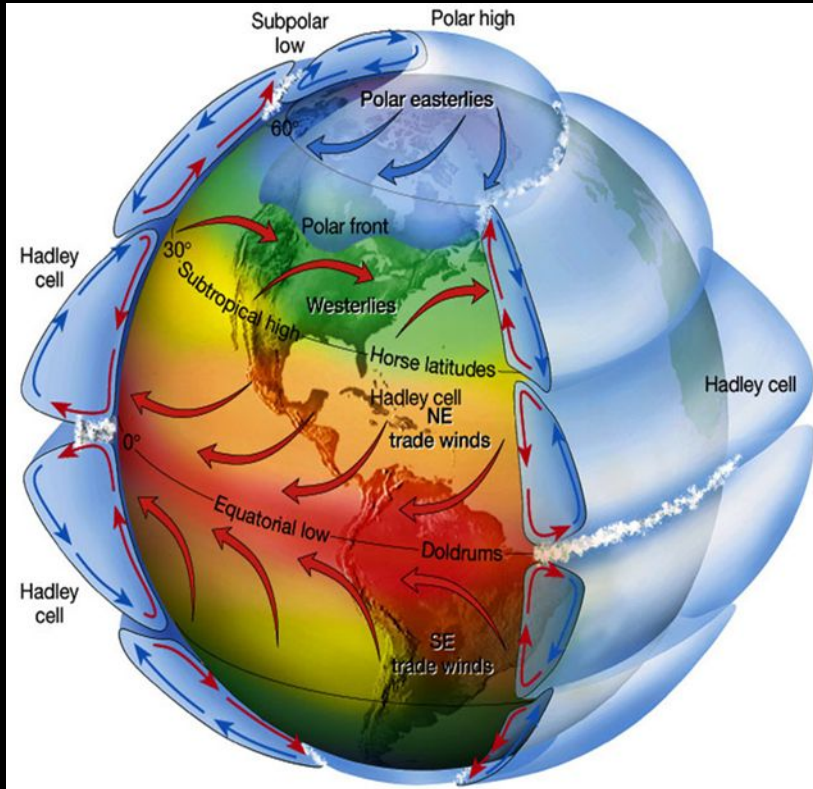
*Главная движущая сила циркуляции атмосферы заключается в подъеме теплого экваториального воздуха.*

В каждом полушарии есть три кольца движения воздуха.

**Первое кольцо** охватывает тропические широты и включает восходящие токи воздуха над экватором (барический минимум), перенос его к тропикам ветрами ЗСЗ направления в северном и ЗЮЗ в южном полушариях, опускание на широтах около 30° (барические максимумы) и возвращение воздуха пассатами к экватору.



# Ячейки циркуляции воздуха (ячейки Хадли)



**Второе кольцо** находится в умеренных широтах и состоит из западных ветров, дующих из тропических барических максимумов, подъема воздуха на Умеренном и Арктическом фронтах и переноса его вверх, с одной стороны, в тропические широты, а с другой к полюсам.

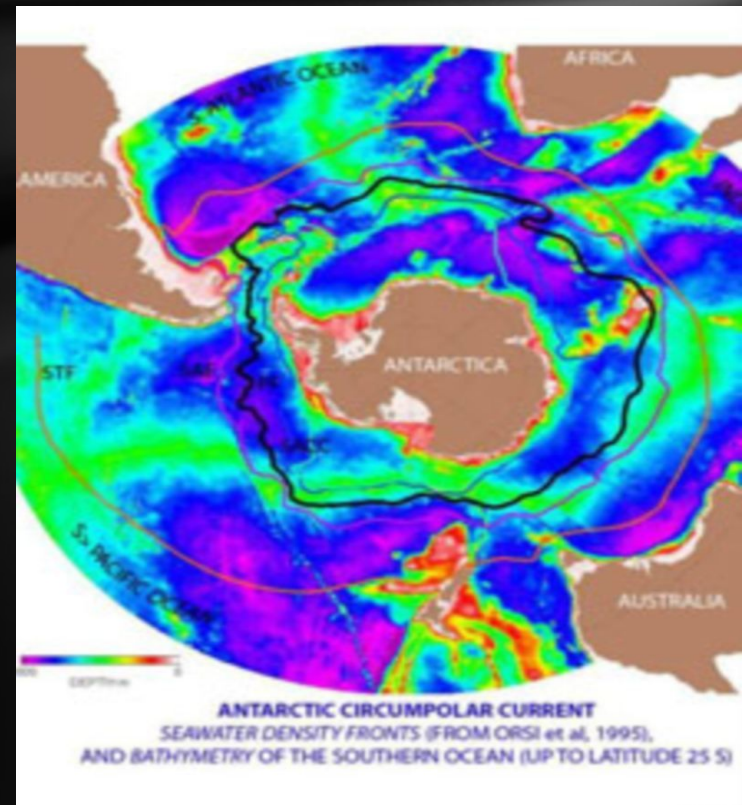
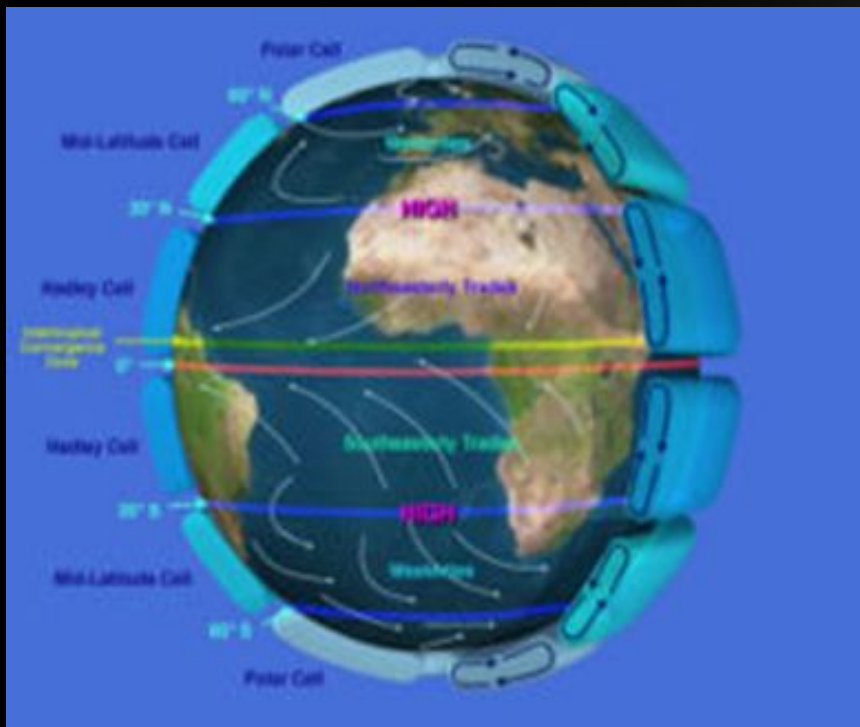
**Третье, полярное, кольцо** включает восходящие движения на фронтах.

# Закономерности общей циркуляции атмосферы

Из тропических областей высокого давления к высоким широтам дуют ветры, которые под действием силы Кориолиса отклоняются к востоку.

В обоих полушариях они называются западными ветрами умеренных широт.

В Южном полушарии эти ветры дуют над южными частями Тихого, Атлантического и Индийского океанов, увлекая за собой огромные массы воды и создавая мощное течение западных ветров.



# Закономерности общей циркуляции атмосферы



В полярных районах создаётся восточный перенос воздуха. Здесь из областей высокого давления на полюсах дуют постоянные восточные полярные ветры.

К умеренным широтам, где давление низкое, под действием силы Кориолиса они отклоняются к западу. Формируясь над полярными районами, эти ветры несут холодный и сухой воздух.

На вертикальную циркуляцию приходится только 14%, а 86%—на горизонтальную составляющую обмена

## Вывод:

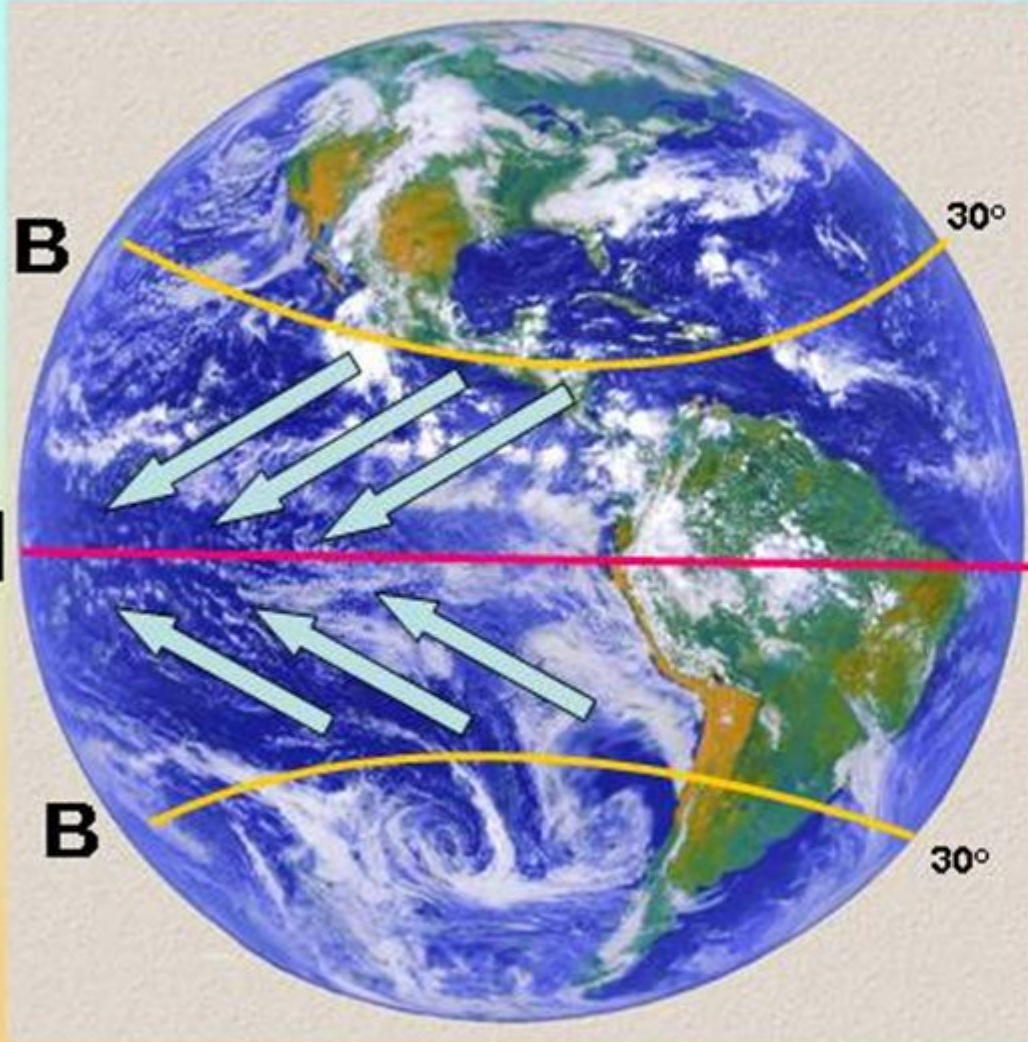
- Таким образом, возникают замкнутые кольца межширотной циркуляции воздушных масс
- Охлаждение поднимающихся воздушных масс и нагревание опускающихся обуславливает постоянную высокую влажность экваториального воздуха и чрезвычайную сухость в тропиках.

*Этот же процесс приводит к формированию различных видов ветров.*

# ВЕТРЫ ЗЕМЛИ

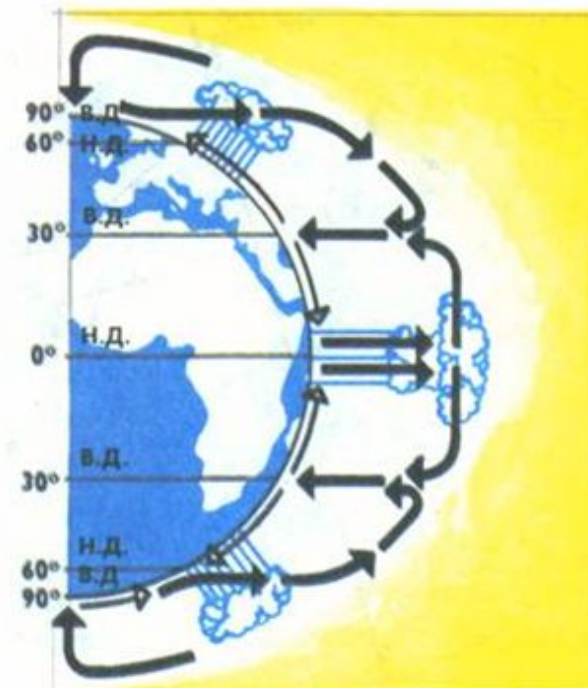
ВЕТРЫ ЗЕМЛИ	ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
<b>БРИЗЫ</b> (суточные, местные)	Меняют свое направление в разное время суток	Местные различия в нагревании воздуха над водоемом и побережьем, пашней и лесом
<b>МУССОНЫ</b> (сезонные, региональные)	Меняют свое направление по сезонам года	Различия в нагревании суши и океана зимой и летом
<b>ПАССАТЫ</b> <b>ЗАПАДНЫЕ ВЕТРЫ</b> (постоянные, глобальные)	Не меняют своего направления	Неравномерный нагрев Земли. Постоянные области повышенного и пониженного давления на Земле

# ПАССАТЫ



Постоянные (глобальные) устойчивые ветры планеты в тропических широтах, дующие к экватору из субтропических областей высокого давления. Под влиянием вращения Земли в Северном полушарии пассаты являются северными и северо-восточными, а в Южном – южными и юго-восточными ветрами. Над пассатами на высоте 5-10 км дуют антипассаты – ветры противоположного направления. Пассаты дуют всегда из области высокого давления в область низкого давления.

## 5. Общая циркуляция атмосферы.



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

# Связь пассата с океаническим течением



Пассаты формируют в океанах одноимённые течение: Северное и Южное пассатное течения.



# МУССОНЫ

**Му́ссон (фр. *mousson* — сезон) — устойчивый ветер, периодически меняющий своё направление.**

# МУССОНЫ



Устойчивые сезонные ветры, направление резко меняют 2 раза в год. Летний муссон дует с океана на материк. Зимний муссон - с материка на океан. Распространены главным образом в тропическом поясе, а также на берегах Азии (Япония, Северный Китай, Дальний Восток России) и в США (Мексиканский залив)

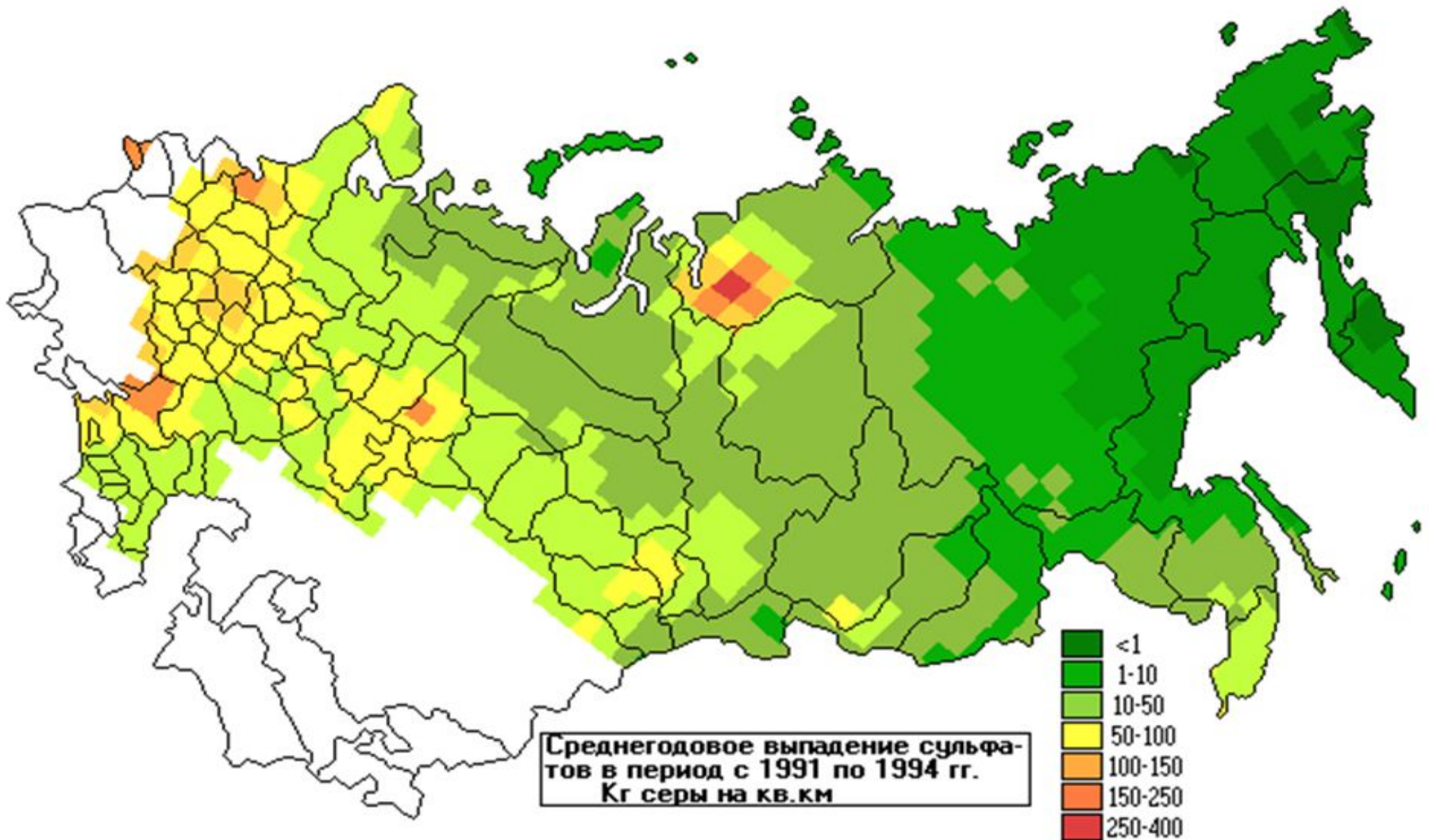
# Западный перенос

*Воздушный поток, действующий в умеренных широтах (40-60 град. с. и ю. ш.).*

Преобладающий перенос воздуха с запада на восток в тропосфере и стратосфере средних широт, а также в верхней тропосфере и стратосфере тропических и полярных широт. Характеризуется повышенной повторяемостью западных направлений ветра, особенно в верхних слоях и в средних широтах южного полушария.

*Западный перенос обусловлен меридиональным падением температуры и давления от низких широт к высоким.*

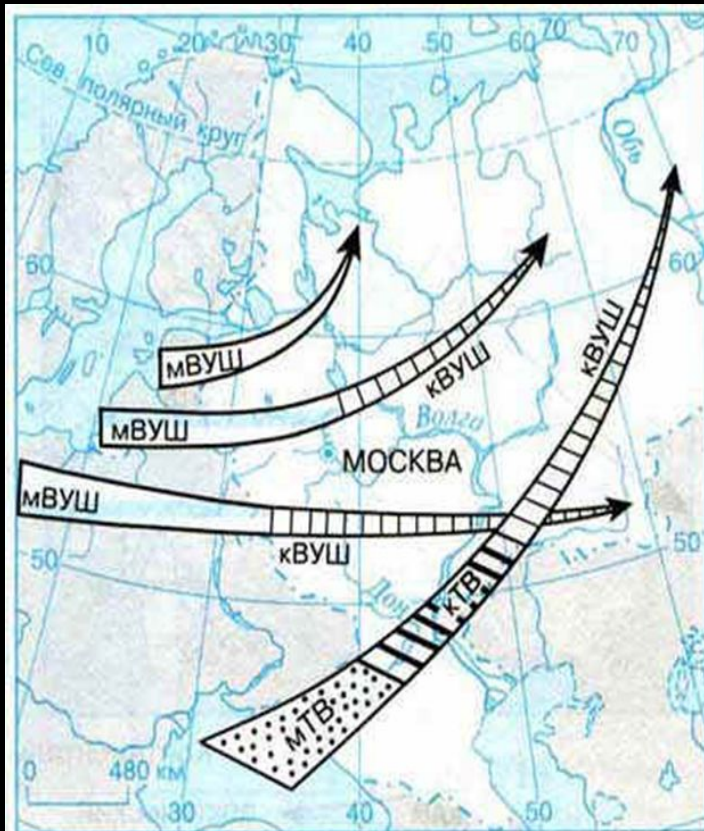
# Трансграничный перенос загрязнений ветрами Западного Переноса



# Постоянные ветры

Название ветра	Районы распространения	Направление
Пассаты	Тропики	С-В, Ю-В
Ветры западного переноса	Умеренные широты	З, С-З
Муссоны	Восточное побережье Евразии и Северной Америки	Летом – с океана на материки, зимой – с материков на океан
Стоковые ветры	Антарктида	От центра материка к периферии

# Трансформация воздушных масс



Континентальный воздух

КАВ → арктический

кВУШ → умеренных широт

Воздух морской  
мВУШ → умеренных широт

Воздух континентальный  
кВУШ → умеренных широт

мТВ → тропический

кТВ → тропический

## Выводы:

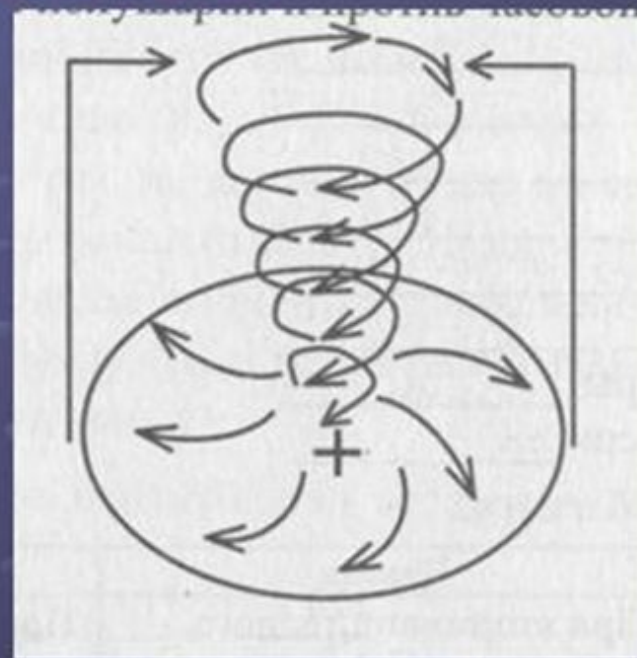
По мере прохождения с океана вглубь материка воздушные массы иссушаются, нагреваются (летом) или остывают (зимой) и трансформируются из морских в континентальные.

*С муссонными воздушными массами может происходить как описанный процесс, так и наоборот. В зависимости от сезона года и направленности ветра: на материк или на океан.*

# Циклон и антициклон



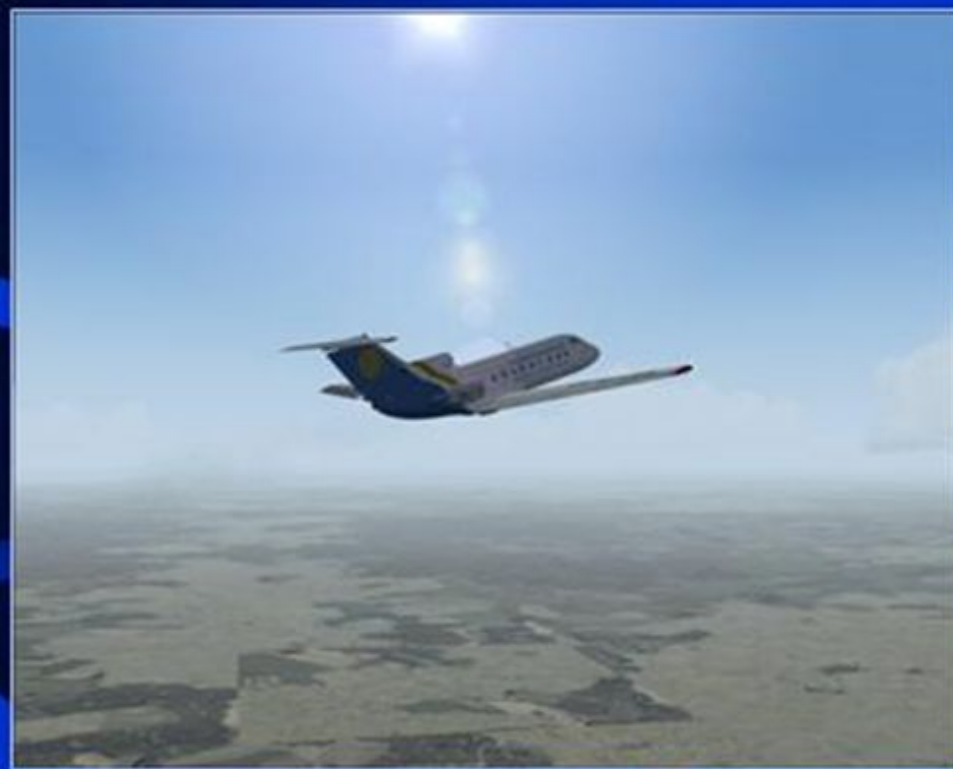
В циклонах ветры дуют от периферии к центру, где наиболее НД. Образуются круговые **поднимающиеся потоки**, которые в СП отклоняются вправо против часовой стрелки, а в ЮП они отклоняются влево по часовой стрелке.



В антициклоне ветры дуют от центра, где наиболее ВД, к периферии. Образуются такие же крупные вихревые **опускающиеся потоки** воздуха по часовой стрелке в СП и против часовой в ЮП.



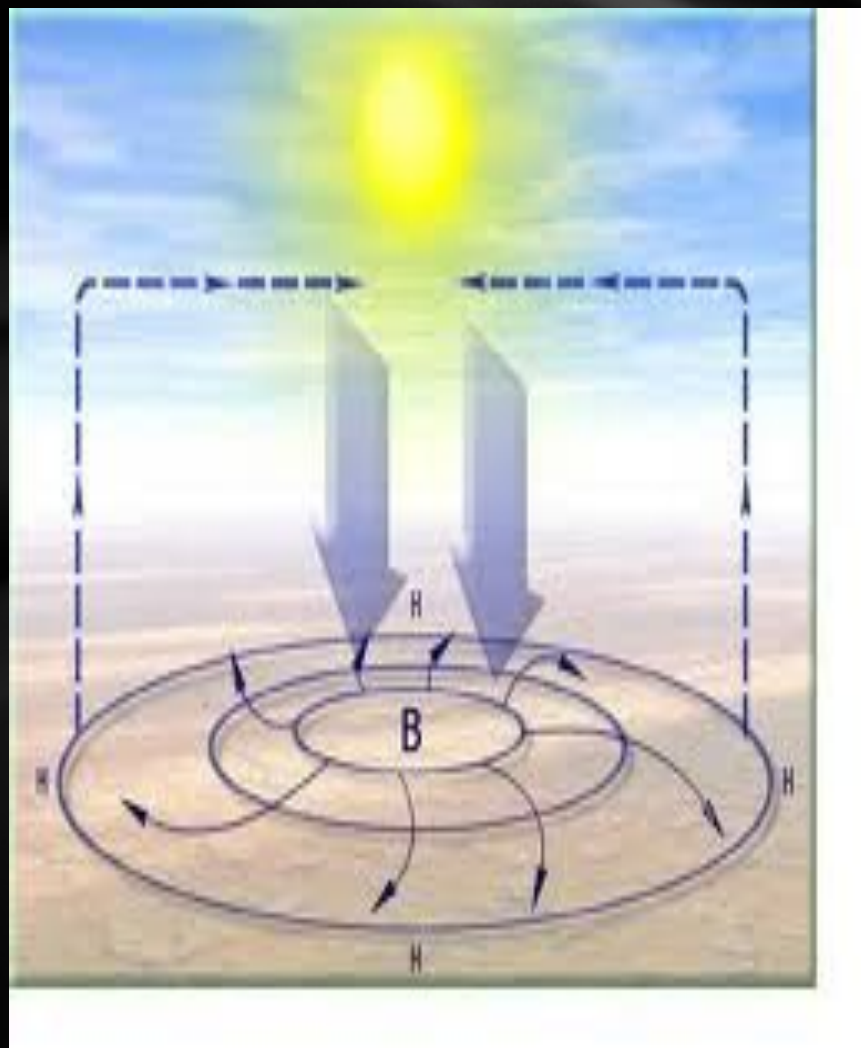
# Антициклон



*Антициклон* – это вихрь с высоким давлением в центре. К окраинам давление уменьшается, поэтому в антициклоне воздух движется в направлении от центра, вращаясь в северном полушарии по часовой стрелке.

# Движение воздуха в антициклоне

В антициклоне воздух движется по часовой стрелке, как бы растекаясь вниз.

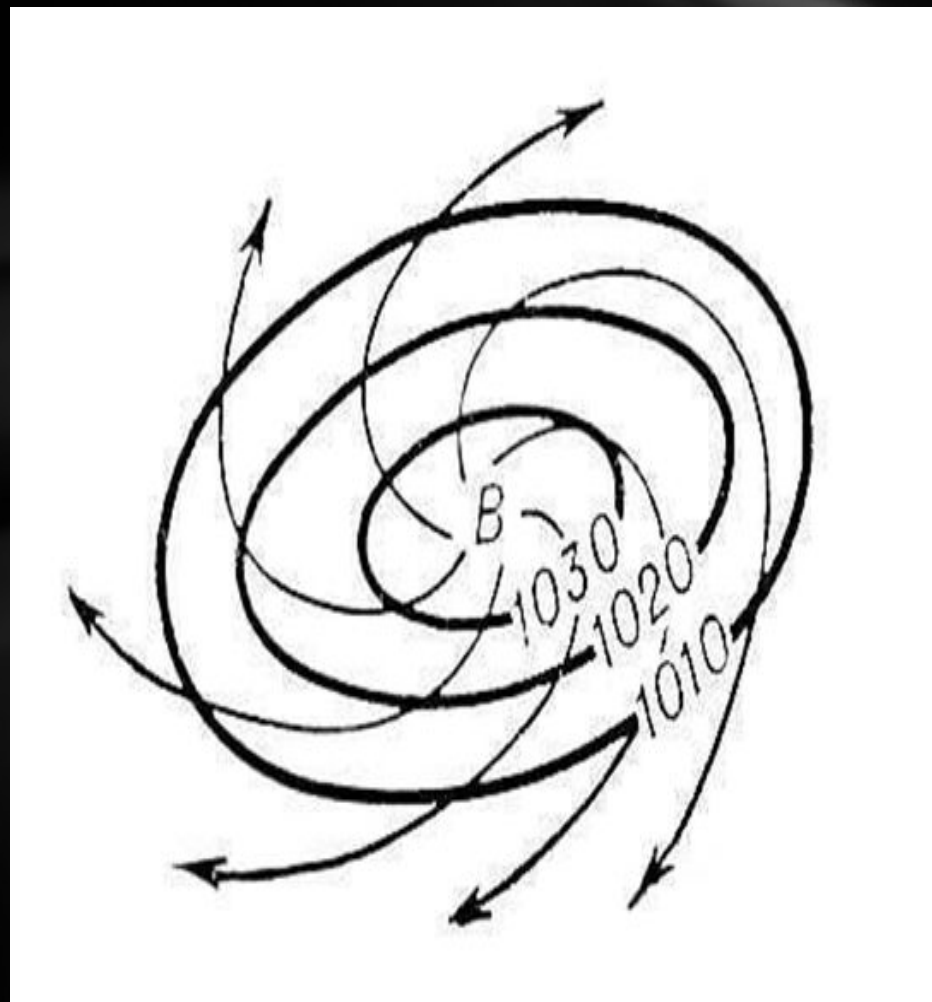


# Движение воздуха в антициклоне

Антициклоны достигают размера несколько тысяч километров в диаметре. В центре антициклона давление обычно 1020—1030 мбар, но может достигать 1070—1080 мбар.

*Как и циклоны, антициклоны перемещаются запада на восток, отклоняясь при этом к низким широтам.*

Средняя скорость перемещения антициклона составляет около 30 км/ч в Северном полушарии и около 40 км/ч в Южном, но может надолго принимать малоподвижное состояние – блокирующий.



# Признаки антициклона:

- Ясная или малооблачная погода
- Отсутствие ветра
- Отсутствие осадков
- Устойчивый характер погоды (заметно не меняется во времени, пока существует антициклон)

*В летний период антициклон приносит жаркую малооблачную погоду.*

*В зимний период антициклон приносит сильные морозы, иногда также возможен морозный туман.*



# Антициклоны экстремальных зон

Над ледовыми полями формируются антициклоны. И чем мощнее ледовый покров, тем сильнее выражен антициклон;

поэтому антициклон над Антарктидой очень мощный, а над Гренландией маломощный, над Арктикой — средний по выраженности.

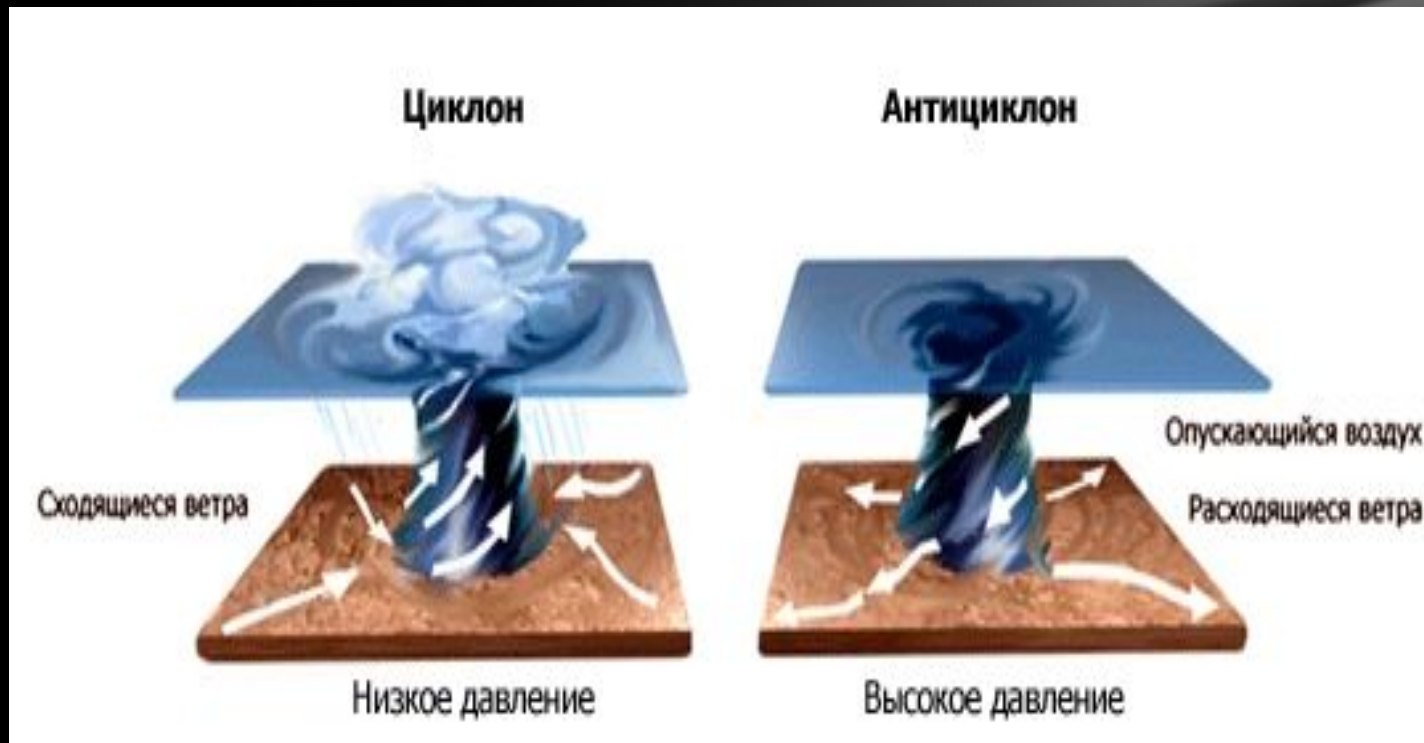
*Мощные антициклоны также развиваются в тропическом поясе.*



# Стадии развития:

1. Стадия возникновения
2. Стадия молодого антициклона
3. Стадия максимального развития
4. Стадия разрушения антициклона.

**Блокирующий антициклон** — практически неподвижный мощный антициклон, который обладает способностью не пропускать другие воздушные массы на занятую собой территорию. Средний срок жизни такого антициклона — от трёх до пяти суток, лишь 1 % антициклонов дотягивает до 15 суток.



# АНТИЦИКЛОНЫ

- Бывают стационарные и подвижные.
- Зимой антициклон, движущийся с севера, приносит ясную погоду, хорошую видимость и пониженную температуру; с юга - приносит длительную пасмурную погоду.
- Летом антициклон с севера приносит кучевые облака, ливни и грозы; с юга - дождевые облака с грозами, по ночам росу и туман.
- Ветер в центральных частях антициклона слабый (до штиля), усиливается к периферии, а там, где антициклон соприкасается с циклоном, может достигать силы шторма.

# Циклон



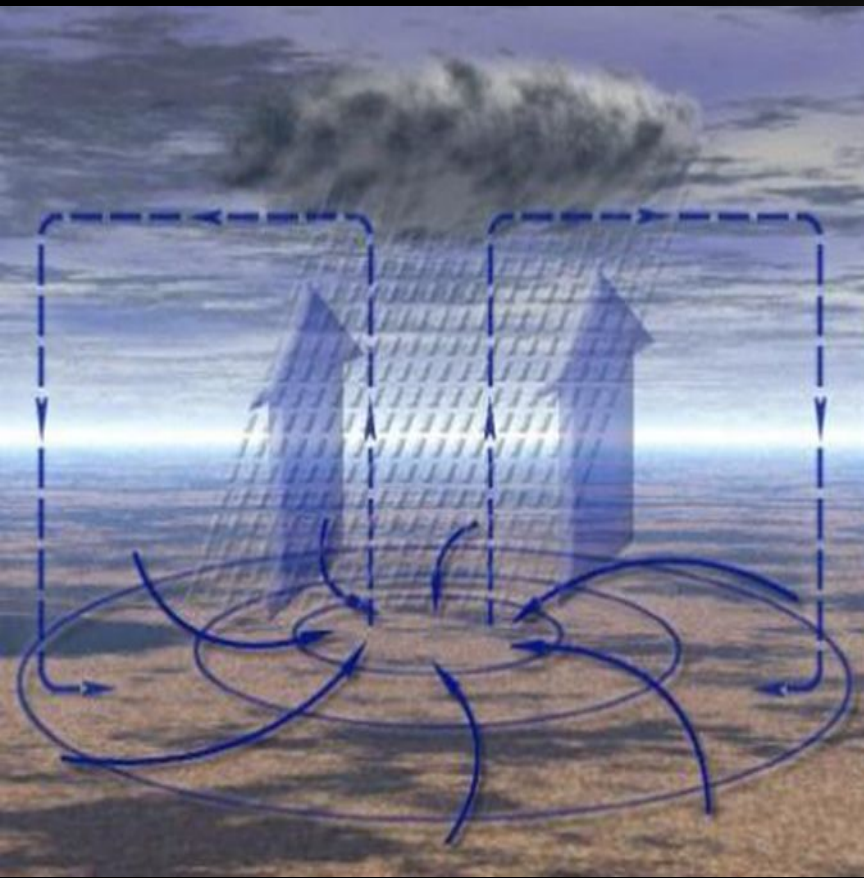
*Циклон* — это вихрь с низким давлением в центре. К окраинам давление увеличивается, поэтому в циклоне воздух движется в направлении к центру, вращаясь в северном полушарии против часовой стрелки.



# Движение воздуха в циклоне

*Воздух в циклоне циркулирует против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке – в южном.*

*Циклон — не просто противоположность антициклону, у них различается механизм возникновения.*



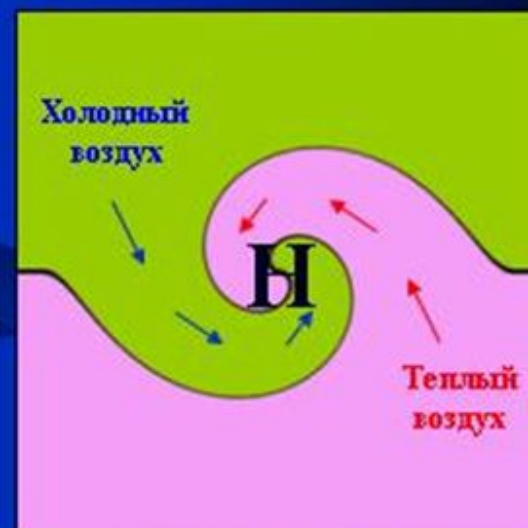
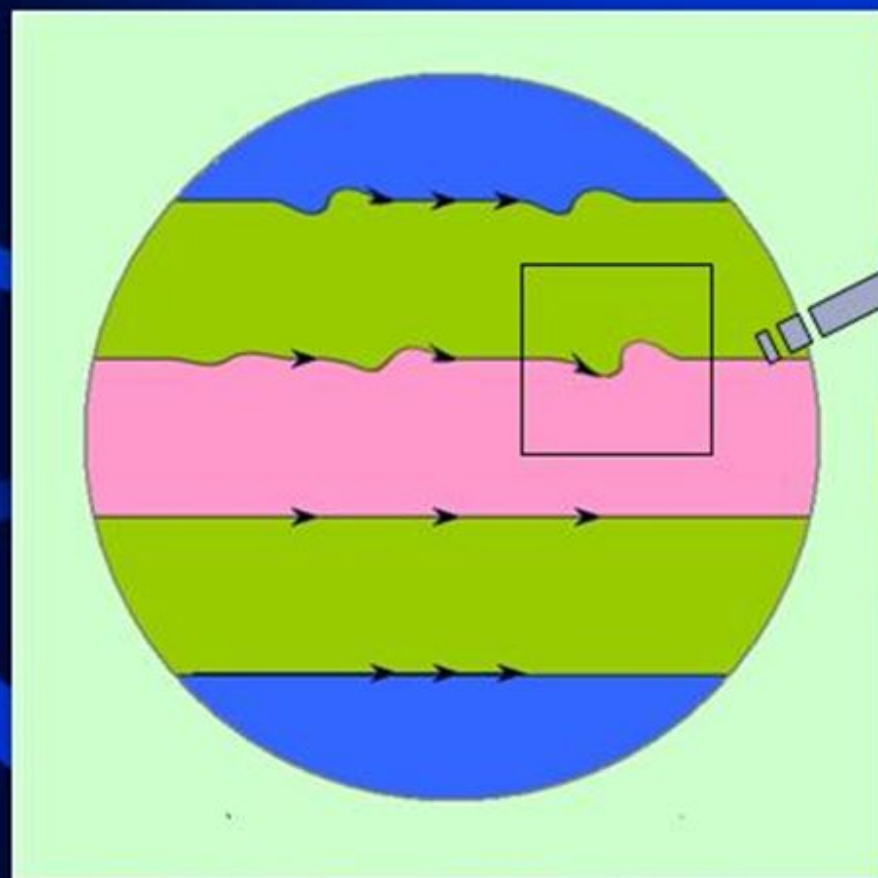
# ЦИКЛОНЫ



**Фотография тропического  
циклона**

Причина циклона – возмущение на атмосферном фронте. Оно возникает из-за большой разницы температур воздушных масс по разные стороны фронта. Смысл существования циклона – убрать эту разницу

# Образование циклона



На движение воздуха влияет отклоняющая сила вращения земли. Под ее действием волна закручивается. На гребне волны масса теплого воздуха окружена холодным. Образуется атмосферный вихрь.

# ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЦИКЛОНОВ

Внетропические циклоны образуются в умеренных или полярных широтах и имеют диаметр от тысячи километров в начале развития, и до нескольких тысяч км.

*Особенно известны средиземноморские, балканские, черноморские, южнокаспийские и др. циклоны.*

Южные циклоны обладают колоссальными запасами энергии; и приносят наиболее сильные осадки, ветры, грозы, шквалы и другие явления погоды.

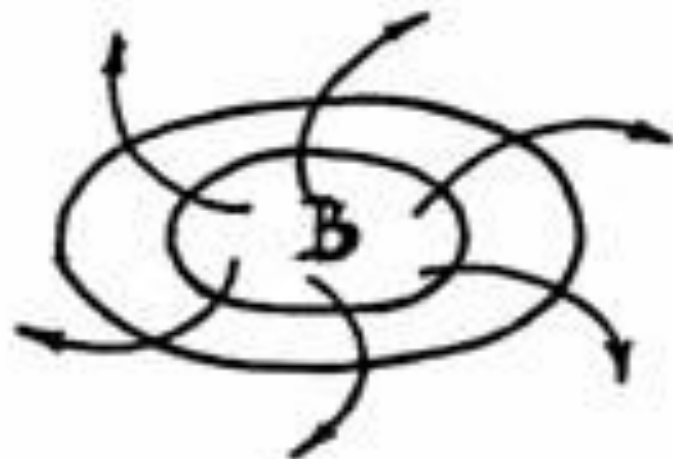
Тропические циклоны имеют меньшие размеры (сотни, иногда тысячи километров), но большие барические градиенты и штормовые скорости ветра.

Для таких циклонов характерен также т. н. «глаз бури» — центральная область диаметром 20—30 км с относительно ясной и безветренной погодой.

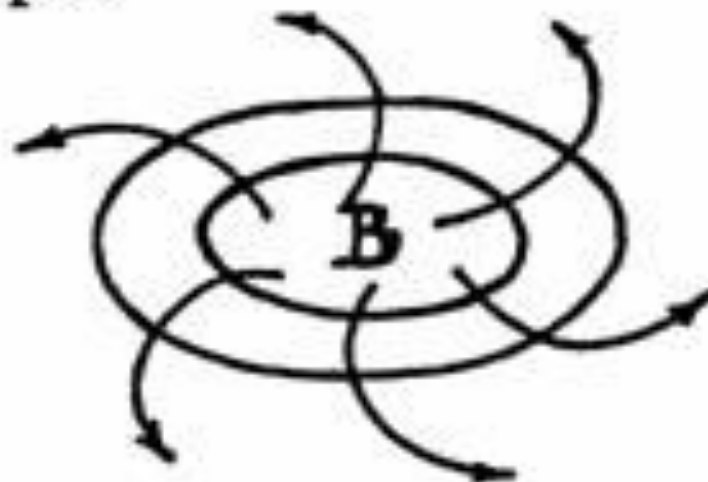
*Ниже 8—10° северной и южной широты циклоны возникают очень редко, а в непосредственной близости от экватора — не возникают совсем.*

# Схема атмосферных движений

Северное полушарие



Южное полушарие



В Атлантике ТЦ называют *ураганами*,  
на Тихом океане - *тайфунами*,  
на юге Индийского океана -  
*орканами*,  
у берегов Австралии - *вилли-вилли*.

Продолжительность  
существования ТЦ от 3 до 20  
суток.

**Тропические циклоны**



# Ветер ураганной силы - тайфун



**Hurricane Luis**  
NOAA GOES-8  
September 8, 1995 17:45 UTC  
Derived from Vis, 4um  
NASA-GSFC Lab for Atmospheres

Тайфуны - атмосферные тропические вихри, диаметра 300-400км, достигающие силы урагана. Это наиболее опасное и разрушительное природное явление на нашей планете. Тайфун представляет собой мощный атмосферный вихрь с пониженным атмосферным давлением в середине. Поэтому в тайфуне происходит движение воздуха от краев к центру. В северном полушарии происходит закручивание вихря против часовой стрелки в результате действия силы Кориолиса. В тайфуне наблюдается интенсивный подъем воздуха и образование мощных кучево-дождевых облаков, из которых выпадает огромное количество осадков, которые способны вызвать наводнение. В центре тайфуна ветер почти отсутствует и уменьшена облачность - это "глаз бури".

# Строение тайфуна

Глаз тропических циклонов характеризуется очень низким атмосферным давлением, именно здесь было зарегистрировано самое низкое значение атмосферного давления на уровне земной поверхности (870 гПа).

*Воздух глаза тропических циклонов очень теплый, всегда теплее, чем на той же высоте за пределами циклона*





# Строение тайфуна

## Стена глаза - это

кольцо плотных грозовых облаков, что окружает глаз до высоты 15 км над уровнем моря, несёт сильнейшие осадки и ветры у поверхности.

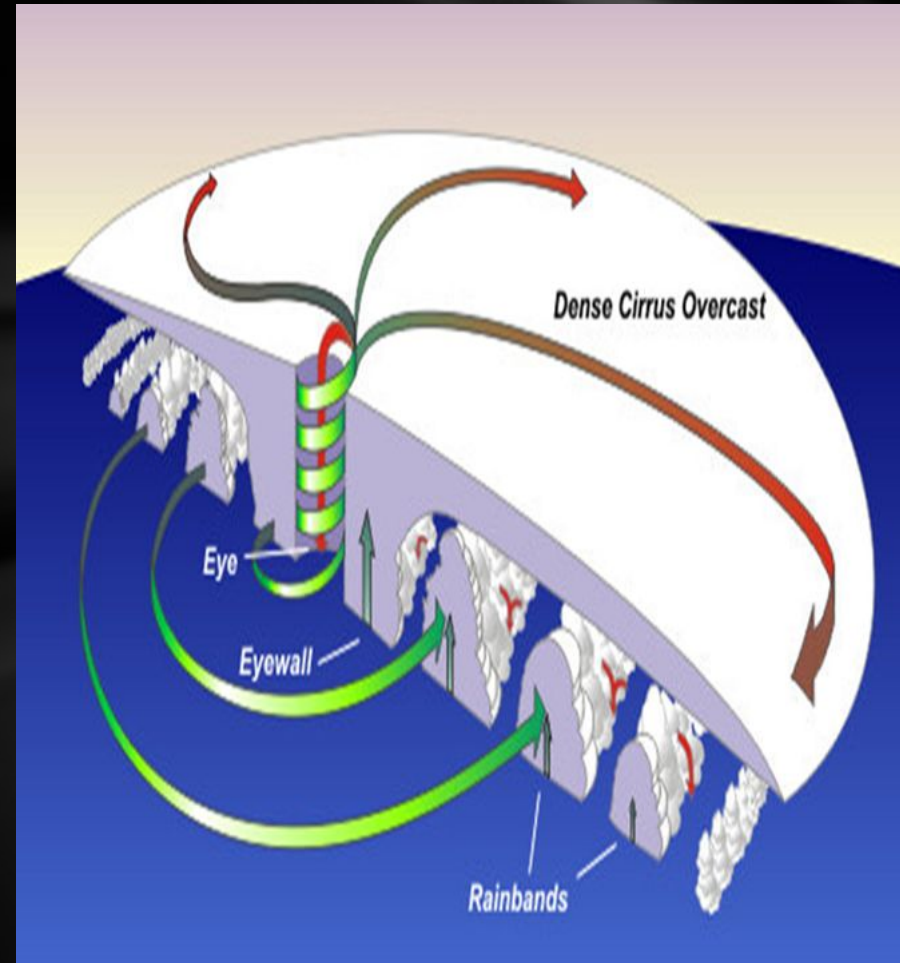
*Максимальная скорость ветров достигается на высоте около 300 м. Именно она наносит наибольшие разрушения.*



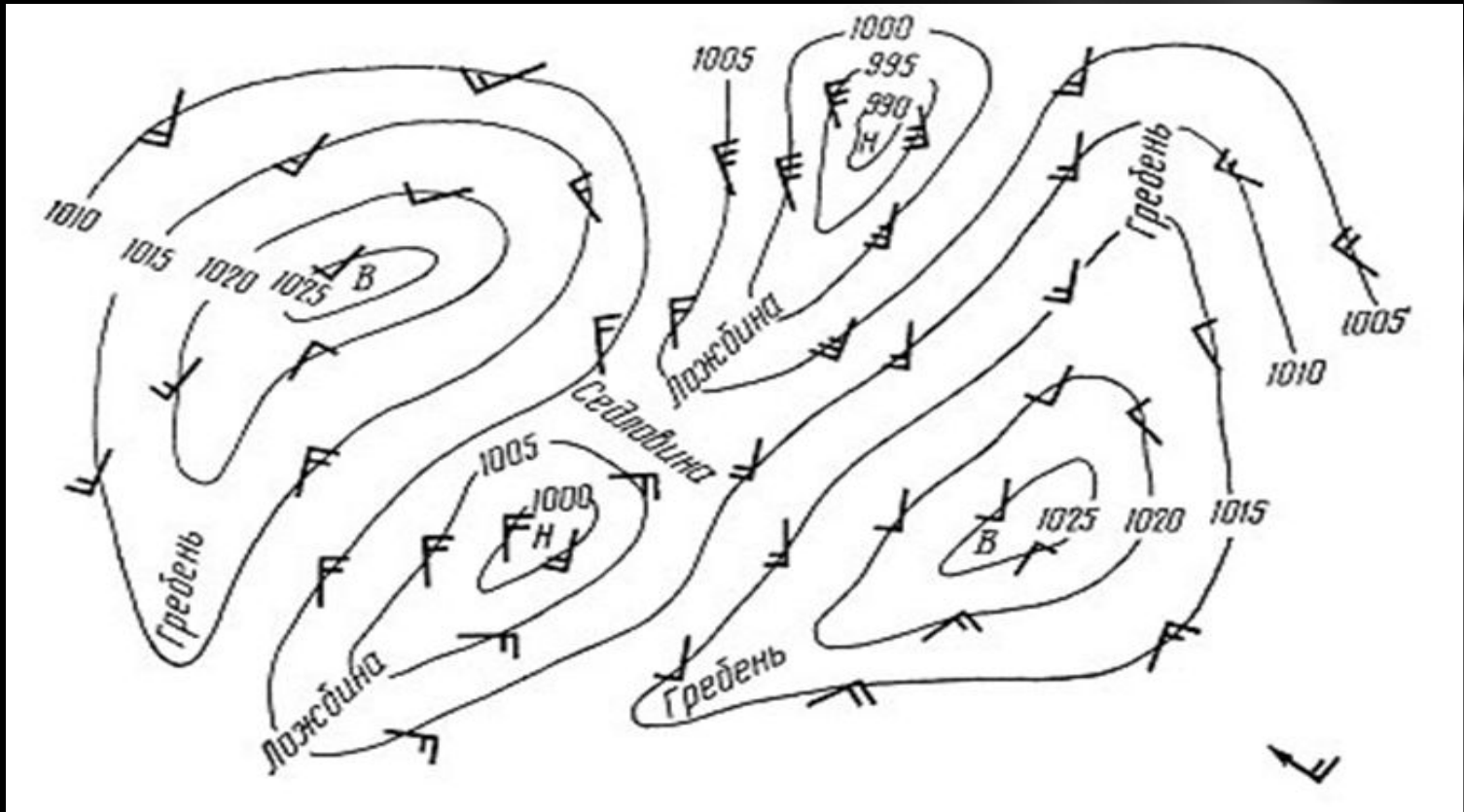
# Строение тайфуна

Самые сильные циклоны (обычно категории 3 или больше) характеризуются несколькими циклами замены стены глаза в течение своей жизни. Старая стена глаза сужается до 10-25 км и заменяется на стену большего диаметра.

Во время каждого цикла замены стены глаза циклон слабеет (то есть ветры в пределах стены глаза слабеют, а температура глаза уменьшается), но с образованием новой стены глаза он быстро набирает силу до прежних значений.



# Барические поля



Основные формы барического поля:

Н — циклон, В — антициклон, знак направления и силы ветра.

Стрелка указывает, куда дует ветер, перо указывает силу ветра:

длинное перо — 5 м/с, короткое — 2.5 м/с. В примере ветер 7-8 м/с.

# Сравнительная характеристика циклона и антициклона

Признаки	Циклон	Антициклон
Давление в центре	Низкое	Высокое
Общее направление движения воздуха	От центра к периферии, вращаясь против часовой стрелки	От периферии к центру, вращаясь по часовой стрелке
Вертикальное движение воздуха	Восходящее	Нисходящее
Характер погоды	Дождливая, ветреная	Солнечная, безветренная

# ТИПЫ ПОГОДЫ

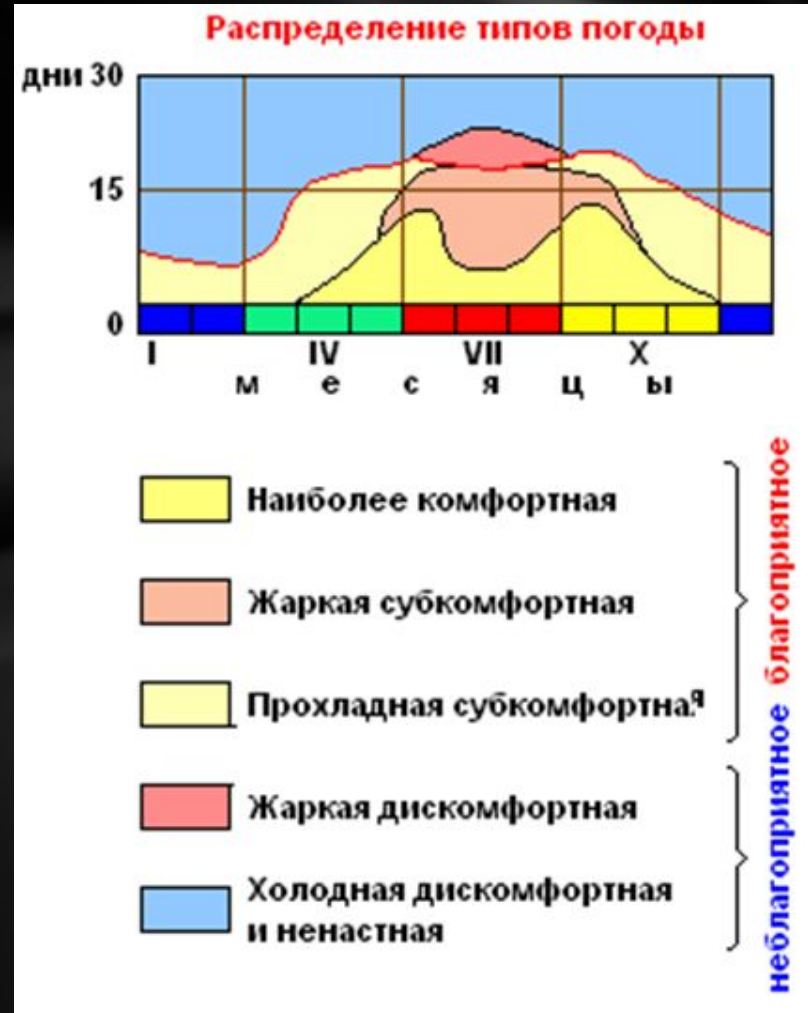
Погода – это состояние атмосферы в данный момент времени в данном месте.

## Характеристики:

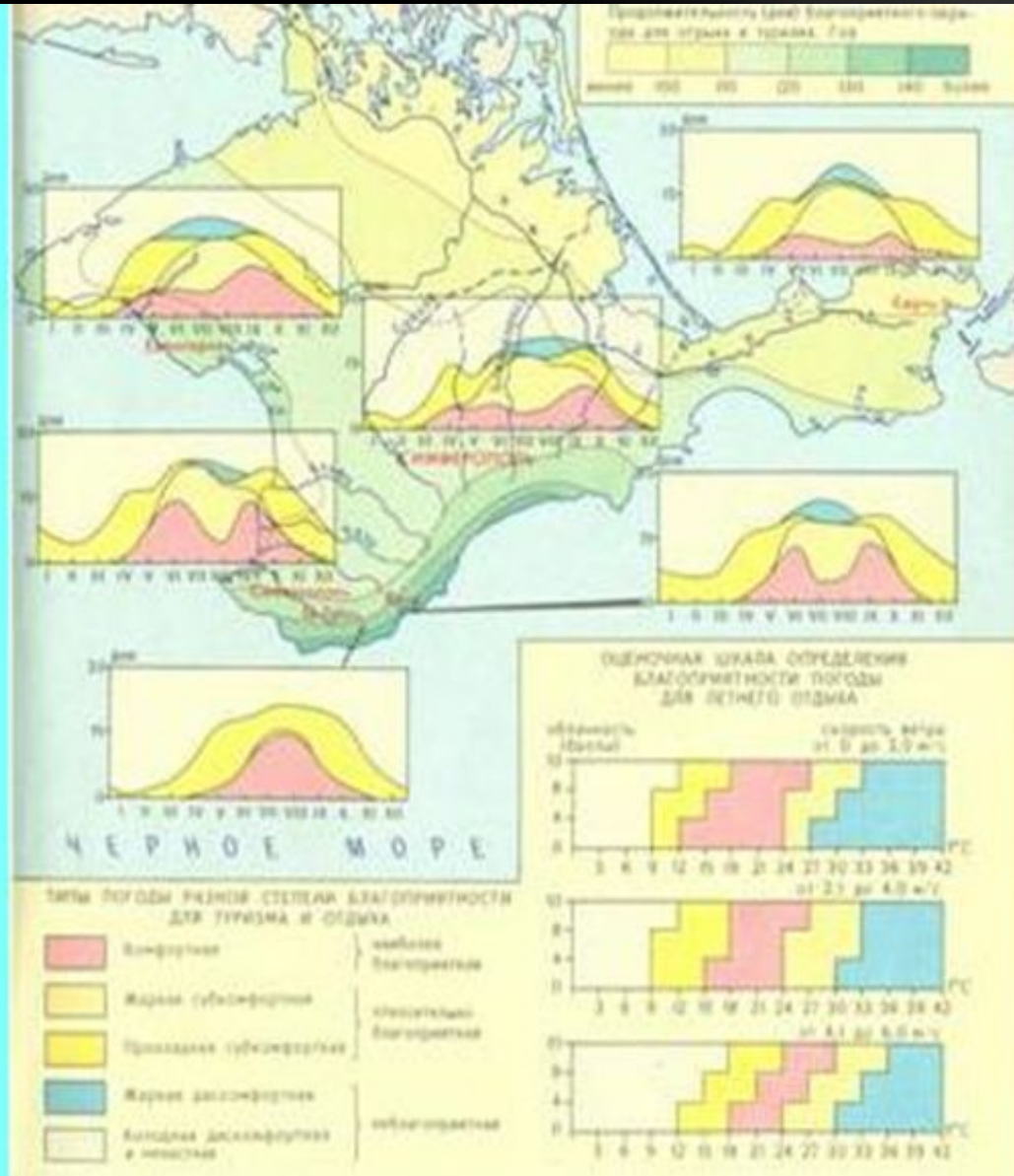
Ясная

Облачная с прояснениями

Пасмурная



# Типы погоды в Крыму



# КАРТЫ ПОГОДЫ

Сведения о погоде за один и тот же час, собранные из различных мест, наносятся условными значками на географическую карту. Это позволяет видеть состояние погоды одновременно в разных районах. Карты с нанесёнными значками называются **синоптическими**.

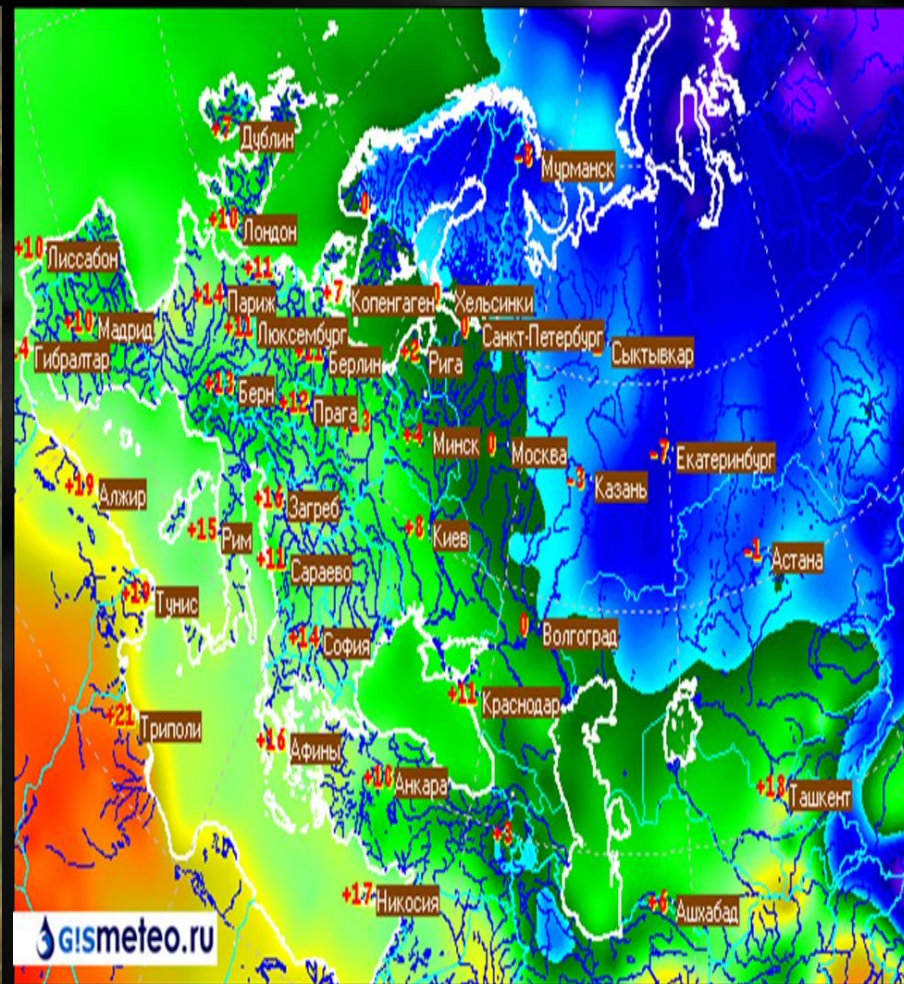
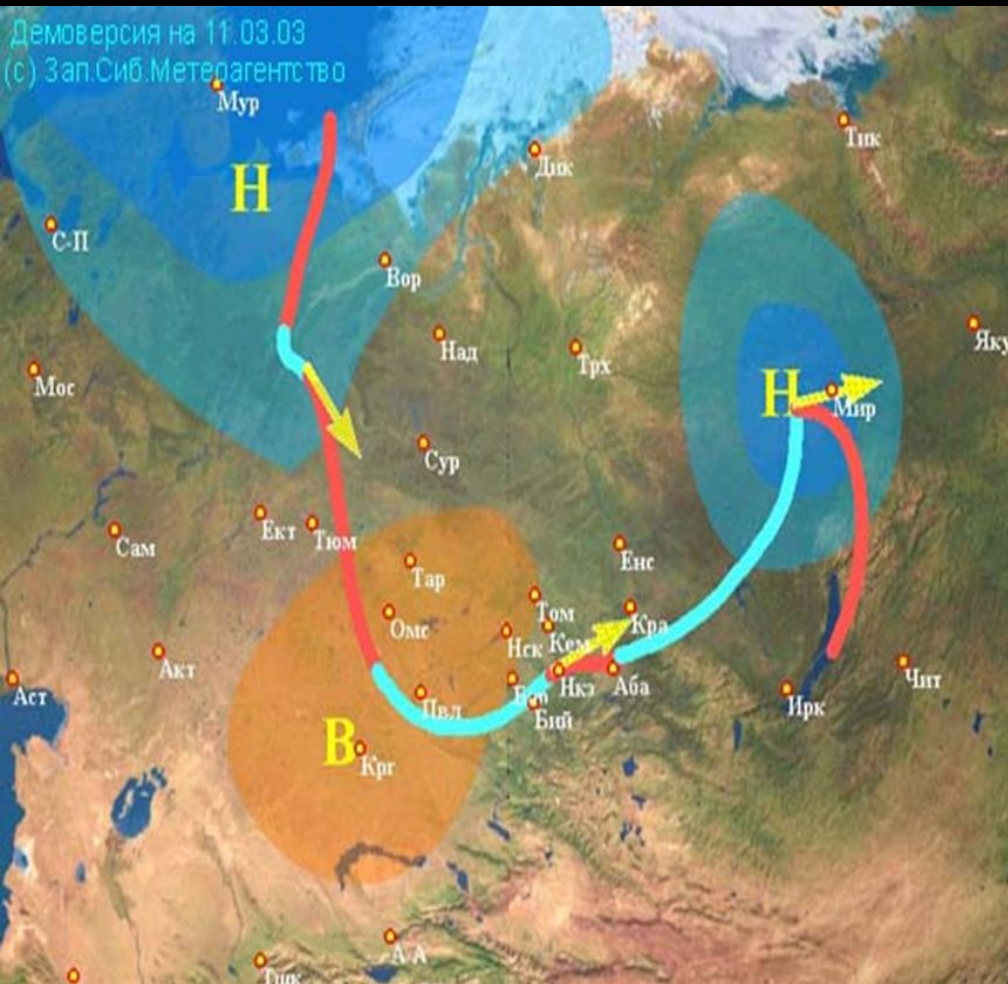
Все элементы погоды – давление, температуру, влажность, облачность, ветер – синоптик наносит около каждого пункта наблюдения в определённом порядке, чтобы легко «читать» погоду в любом пункте.

Положение метеостанции на карте обозначается маленьким кружком. Стрелкой показано направление ветра – юго-западное (стрелка как бы летит по ветру).

Оперение на стрелке – это сила ветра в баллах (1 балл равен примерно 2 м/с).

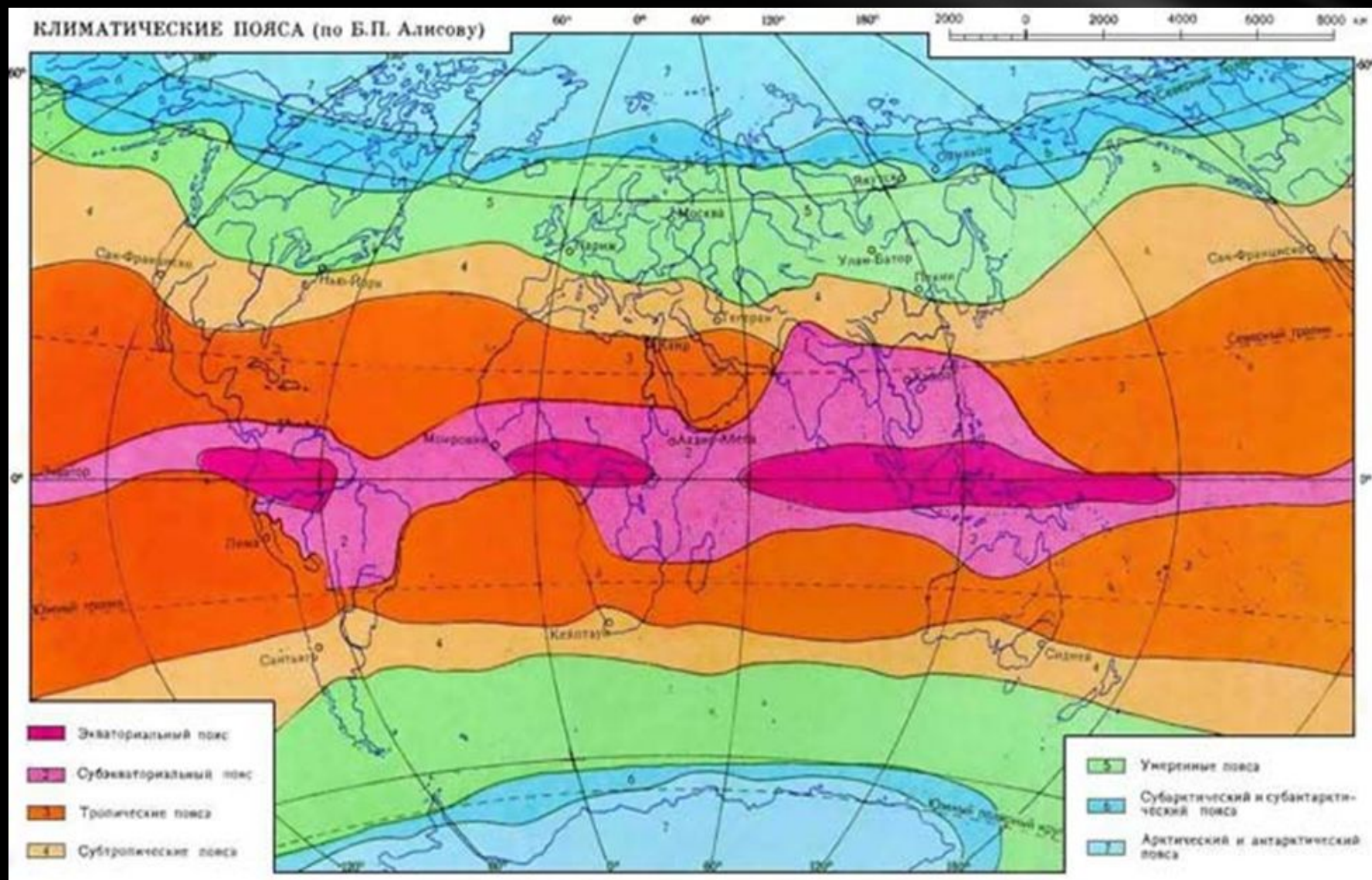


# Синоптическая карта





# КЛИМАТ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА И ОБЛАСТИ

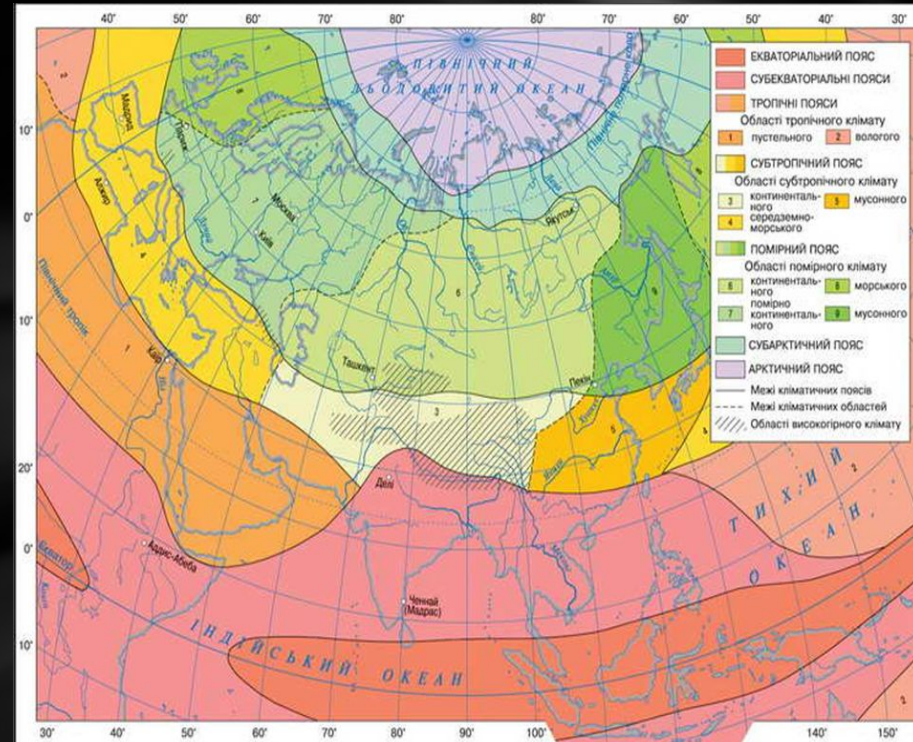


# Типы климатов по режимам температуры и влажности

- Континентальный климат
- Морской климат
- Высокогорный климат
- Аридный климат
- Гумидный климат
- Нивальный климат – климат высоких широт или высокогорий
- Солярный климат
- Муссонный климат
- Пассатный климат

# Типы климатов России

- Арктический:  $t$  января  $-24\dots-30$ ,  $t$  лета  $+2\dots+5$ . Осадки — 200—300 мм.
- Субарктический: (до 60 градуса с.ш.).  $t$  лета  $+4\dots+12$ . Осадки 200—400 мм.
- Умеренно континентальный:  $t$  января  $-4\dots-20$ ,  $t$  июля  $+12\dots+24$ . Осадки 500—800 мм.
- Континентальный климат:  $t$  января  $-15\dots-25$ ,  $t$  июля  $+15\dots+26$ . Осадки 200—600 мм.
- Резко континентальный:  $t$  января  $-25\dots-45$ ,  $t$  июля  $+16\dots+20$ . Осадки — более 500 мм.
- Муссонный:  $t$  января  $-15\dots-30$ ,  $t$  июля  $+10\dots+20$ . Осадки 600—800 мм.



[скрыть]  Классификация типов климата по Алисову

Экваториальный пояс

Экваториальный климат

Субэкваториальный пояс

Субэкваториальный климат или Тропический муссонный климат | Муссонный климат на тропических плато

Тропический пояс

Тропический климат: Тропический сухой (пустынный) климат | Тропический влажный климат

Субтропический пояс

Субтропический климат: Субтропический внутриконтинентальный климат | Средиземноморский климат | Субтропический муссонный климат | Климат высоких субтропических нагорий | Субтропический океанический климат

Умеренный пояс

Умеренный климат: Внутриконтинентальный умеренный климат | Климат горных районов в умеренных широтах | Умеренный морской климат | Умеренный муссонный климат | Умеренный океанический климат

Субполярный пояс

Субполярный климат: Субарктический климат | Субантарктический климат

Полярный пояс

Полярный климат: Арктический климат | Антарктический климат

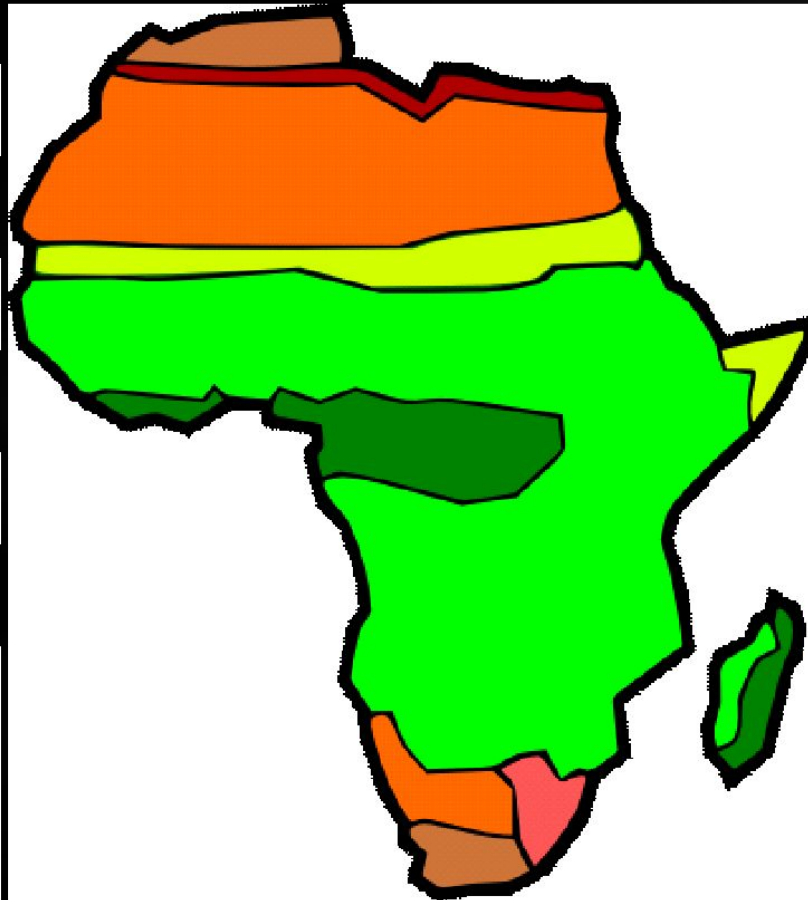
Прочие

Континентальный климат | Морской климат | Высокогорный климат | Аридный климат | Гумидный климат | Нивальный климат | Солярный климат | Муссонный климат | Пассатный климат

Тип климата	Климатический пояс	Средняя температура		Количество осадков и их характер	Атмосферная циркуляция	Территории
		Середина зимы	Середина лета			
Арктический	Арктический	-40	0	100 мм равномерно за год	Преобладают циклоны	Северный Ледовитый океан, Антарктида
					Преобладают циклоны	Северная часть Евразии и Северной Америки
Умеренный муссонный	Умеренный	-20	+23	565 мм в основном за летний сезон	Муссоны	Восток Евразии
					Западные ветры	Внутренние пространства материков
Умеренный морской	Умеренный	+2	+17	1000 мм равномерно за год	Западные ветры	Запад Евразии и Северной Америки
			+40	125 мм равномерно за год	Сухие континентальные воздушные массы	Внутренние области материков
Средиземноморский	Субтропический	+7	+22	500 мм в основном зимой	Летом - антициклоны и высокое давление, зимой - циклоны	Северная и Южная Африка, Калифорния, Центральная и Юго-Западная Австралия, Средиземноморье, южная часть Крыма
			+35	200 мм равномерно за год	Пассаты	Северная Австралия, Южная и Юговосточная Азия, Экваториальная Африка
Тропический муссонный	Субэкваториальный	+20	+30	2000 мм в основном во время летнего сезона	Муссоны	Экваториальные части Океании, Южной Америки и Африки
				2000 мм равномерно за год	В областях низкого давления образуются теплые и влажные экваториальные воздушные массы	Экваториальные части Океании, Южной Америки и Африки

# Климатические зоны Африки

Номер на карте	Тип климата
1	Средиземноморский (Субтропический с сухим летом)
2	
3	Субтропический сухой
4	
5	Тропический
6	
7	Субтропический с влажным летом



# Климатические зоны Африки

Название пояса	Воздушные массы(Ветры)		Средняя температура, Град		Осадки	
	Зимой	Летом	Январь	Июль	Сезон выпадения	Количество, мм
Экваториальный	Экваториальные	Экваториальные	+25 +28	+25 +28	Равномерно в течение года	2000 и больше
Субэкваториальный	Тропические	Экваториальные	+24	+28	Летом	1000-2000
Тропический	Тропические (пассаты)	Тропические (пассаты)	+18	+32	Редко	не более 100
Субтропический Две области: 1. средиземноморского климата и 2. субтропического влажного климата	Умеренные (западные)	Тропические (пассаты)	+10	+24	1. Зимой 2. равно- мерно в течение года	500

# Высотная поясность

**Высотная поясность, высотная зональность** — закономерная смена природных условий и ландшафтов в горах по мере возрастания высоты над уровнем моря.

**Высотный пояс, высотная ландшафтная зона** — единица высотно-зонального расчленения ландшафтов в горах.

Высотный пояс образует полосу, сравнительно однородную по природным условиям, часто прерывистую.



# Формирование типов высотной поясности горных систем определяют следующие факторы:

- 1. Географическое положение горной системы.** Количество высотных поясов в каждой горной системе и их высотное положение в основных чертах определяются широтой местности и положением по отношению к морям и океанам (*континентальностью*).

С севера на юг высотное положение природных поясов в горах и их набор постепенно увеличиваются. Самый нижний пояс в горной системе является продолжением той широтной зоны, которая расположена у подножия.

- 2. Абсолютная высота горной системы.** Чем выше поднимаются горы и чем ближе они расположены к экватору, тем большее количество высотных поясов они имеют.

## Формирование типов высотной поясности горных систем определяют следующие факторы:

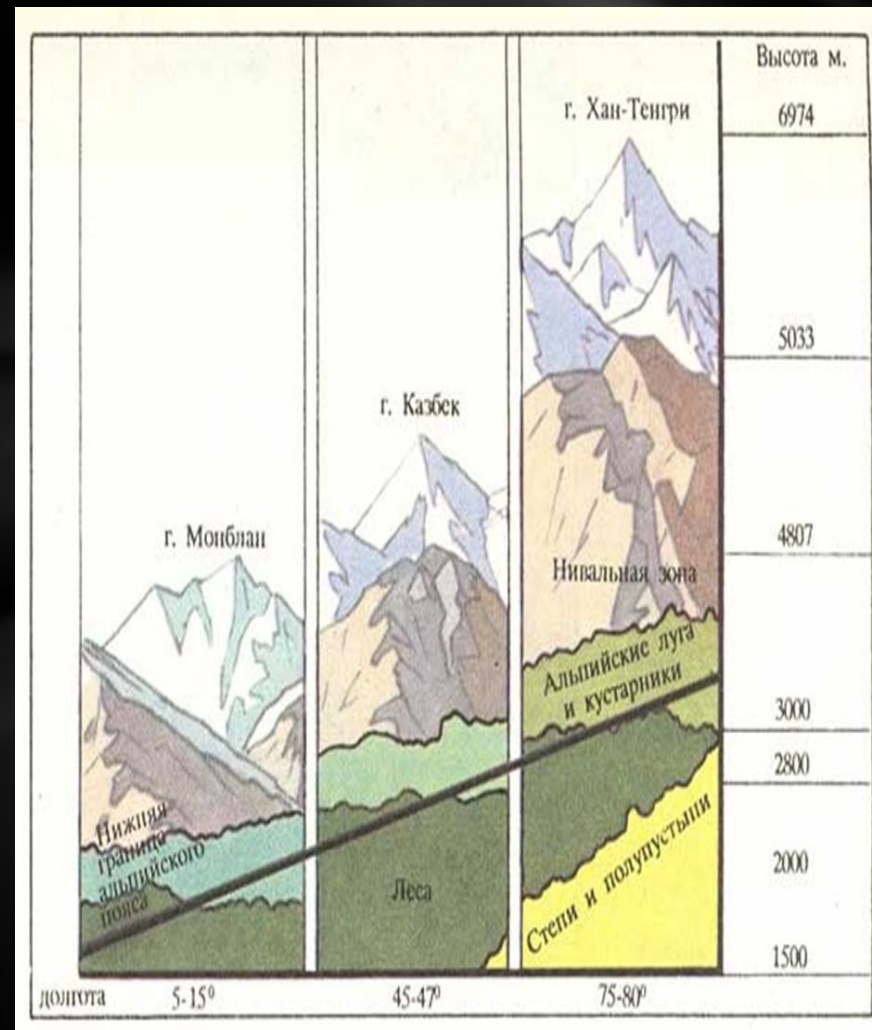
3. Рельеф горных систем (орографический рисунок, степень расчленённости и выравненности) определяет распределение границы снежного покрова, условия увлажнения, сохранность или вынос продуктов выветривания, влияет на развитие почвенно-растительного покрова и тем самым определяет разнообразие природных комплексов в горах.

4. **Климат.** С поднятием в горы меняются: температура, увлажнение, солнечная радиация, направление и сила ветра, типы погоды. Климат определяет характер и распространение почв, растительности, животного мира и т. д., а следовательно, разнообразие природных комплексов.

Формирование типов высотной поясности горных систем определяют следующие факторы:

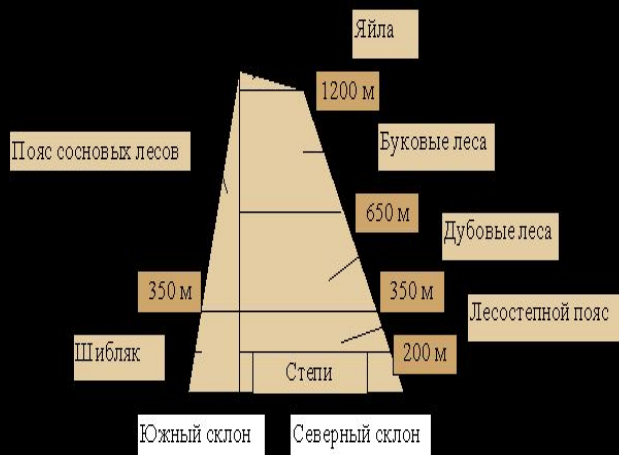
## 5. Экспозиция склонов.

Она играет существенную роль в распределении тепла, влаги и ветров, а следовательно, процессов выветривания и распределения почвенно-растительного покрова.

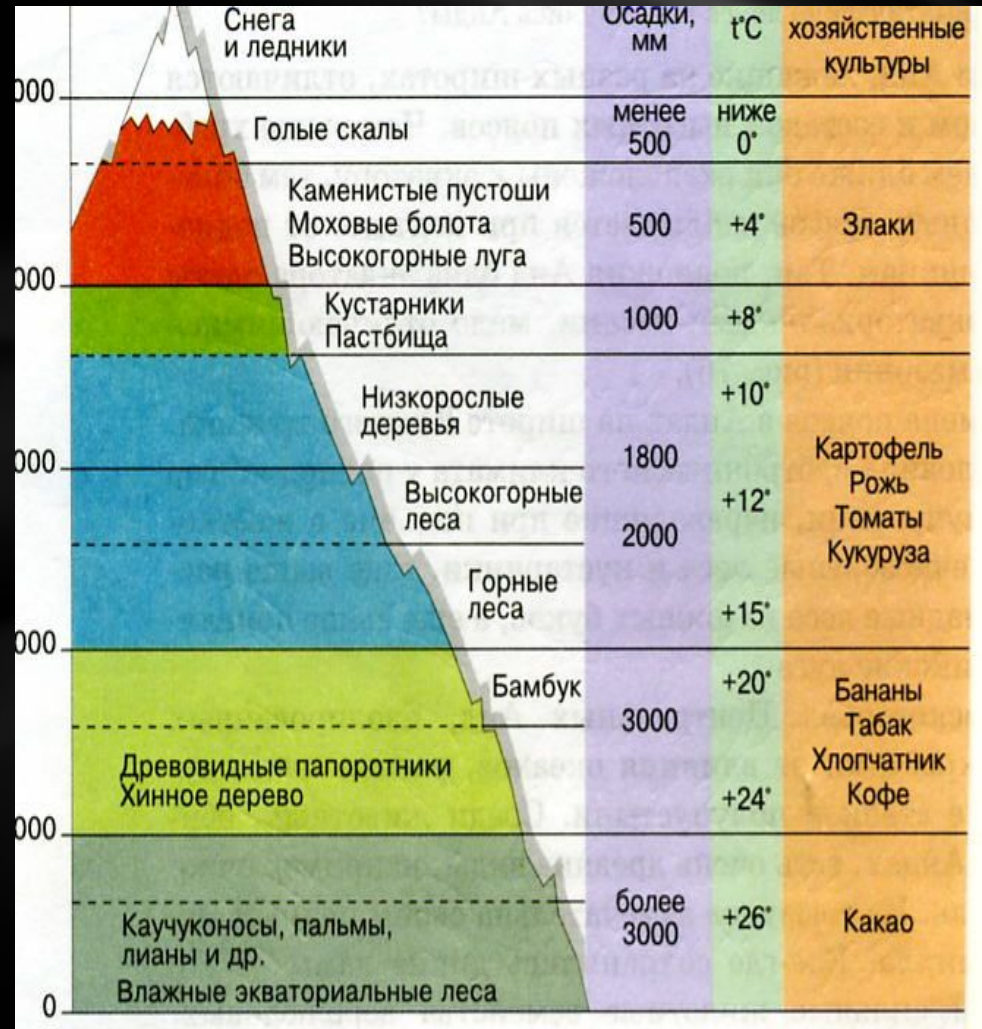


# Формирование типов высотной поясности горных систем

На северных склонах каждой горной системы высотные пояса расположены обычно ниже, чем на южных склонах.



Высотные пояса Крымских гор



Спасибо за внимание



**Hurricane Luis**  
NOAA GOES-8  
September 8, 1995 17:45 UTC  
Derived from Vis, 4 $\mu$ m  
NASA-GSFC Lab for Atmospheres